

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2020 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 133 – Галузеве машинобудування)

на тему: Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу

Студент групи IV к. ЛП-61- IШвачко Микита Євгенійович

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник асистент, Гур'єва Людмила Наумівна

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з розділів:

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ Борщик С.О.

ПЕРЕВІРКА НА СХОЖІСТЬ Щербина В.Ю

РЕЦЕНЗЕНТ _____

(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ 2020 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки –133 – Галузеве машинобудування

Програма професійного спрямування – Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.В. Гондлях

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Швачка Микити Євгеновича

(П.І.Б.)

1. Тема проекту Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу, керівник проекту асистент, Гур'єва Людмила Наумівна, затверджена наказом по університету від « 21 » березня 2020р. №__
2. . Термін подання студентом проекту 11.06.2020р.
3. Вихідні дані до проекту:
Внутрішній діаметр барабану(по середній лінії виступів броне) 2100мм, внутрішня довжина барабану 1500мм, продуктивність 3,067 т/год; габаритні розміри :довжина 7200 мм, ширина 3400мм, висота 3815мм.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)
Реферат. Перелік скорочень і умовних позначень. І. Пояснювальна записка: Вступ. 1.Технологічна лінія виготовлення цементу мокрим способом 2.Технічна характеристика кульового однокамерного млина 3.Опис конструкції і принцип роботи кульового однокамерного млина 4.Патентно – літературний огляд 5. Охорона праці. 6.Очікуванні механіко-економічні показники ІІ. Розрахунки. ІІІ. Технологія машинобудування. Перелік посилань. Додатки
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1. Технологічна лінія - формат А1. 2 Загальний вигляд - формат А1 3.Загальний вид з модернізацією – формат А1. 4 завантажувальний вузол.– формат А2. 5 Барабан – формат А2. 6 Математична модель та результати розрахунків – формат А1.7. Трикулачковий патрон з пневмоприводом – формат А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машино будув.	Борщик О.С.		
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю.		

7. Дата видачі завдання 21 березня 2020р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ. Технічна характеристика.	06.02.2020 – 12.02.2020	
2.	Призначення і галузь застосування.	13.02.2020 – 20.02.2020	
3.	Опис конструкції та принцип дії.	21.02.2020 – 26.02.2020	
4.	Літературно-патентний огляд.	27.02.2020 – 16.03.2020	
5.	Розрахунки.	22.03.2020 – 06.06.2020	
6.	Охорона праці	25.05.2020 – 07.06.2020	
7.	Технологія машинобудування.	21.05.2020 – 07.06.2020	
8.	Висновки.	07.06.2020 – 10.06.2020	
9.	Графічна частина.	23.04.2020 – 03.06.2020	

Студент

(підпис)

Швачко М.Є.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Гур'єва Л.Н.
(ініціали, прізвище)

ПЕРЕЛІК ВКЛАДЕНЬ

Реферат з ключовими словами (укр. мова)

Реферат з ключовими словами (англійська мова)

Перелік позначень

I Пояснювальна записка до графічної частини /пз/

II Розрахунки /рр/

III Технологія машинобудування /тм/

Висновки

ДОДАТКИ

					ЛП61-1.153116.00-90ДП		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу</i>		
Розроб.		Швачко					
Перевір.		Гур'єва Л.Н.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Гондлях О.В.			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
					Літ.	Арк.	Акрушів
						10	

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 90 с., 23 рис., 2 табл., 3 додатки, 30 джерел.

Об'єкт розробки і проектування – кульовий однокамерний млин.

Мета проекту – розробка і проектування, згідно з технічним завданням, удосконалення корпусу кульового однокамерного млина, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації вузлів машини.

Методи розробки і проектування – аналітичні, розрахункові, проектувальні; з використанням відомих методик: параметричні розрахунки, розрахунки на міцність, математичне моделювання статичної пружності корпусу.

У дипломному проекті на тему «Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу», наведено принцип роботи і конструкція кульового однокамерного млина, проаналізовано технічні параметри і характеристики машини. Згідно з технічним завданням виконано ряд інженерних розрахунків, необхідних для розробки і проектування.

На основі патентних досліджень встановлено, що основним недоліком є недовговічність футерувальних елементів

Сутність модернізації полягає у тому, щоб створити футерування кульового барабанного млина з підвищеною довговічністю шляхом підвищення стійкості ліфтерів і за рахунок технічного результату, що полягає в збільшенні площі опорної поверхні ліфтерів

Ключові слова: КУЛЬОВИЙ МЛИН, КОРПУС, ФУТЕРУВАННЯ, РОЗРОБКА, ПРОЕКТУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

ABSTRACT

Diploma project: 90 pp., 23 Fig., 2 Table, 3 appendices, 30 sources.

The object of development and design is a single-chamber ball mill.

The purpose of the project - development and design, according to the technical task, improvement of the case of the ball single-chamber mill, on the basis of existing industrial analogues; identification of capabilities and modernization of machine components.

Methods of development and design □ analytical, calculation, design; using known techniques: parametric calculations, strength calculations, mathematical modeling of static elasticity of the body.

In the diploma project on the topic "Ball single-chamber mill with modernization of the case", the principle of operation and design of the ball single-chamber mill are given, technical parameters and characteristics of the machine are analyzed. According to the terms of reference, a number of engineering calculations required for development and design have been performed.

Based on patent research, it is established that the main disadvantage is the short life of the lining elements

The essence of the modernization is to create a lining of the ball drum mill with increased durability by increasing the stability of the lifters and due to the technical result, which is to increase the bearing surface area of the lifters

Keywords: BALL MILL, HOUSING, LINING, DEVELOPMENT, DESIGN, MODERNIZATION, CALCULATIONS, PATENT RESEARCH

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

Q – продуктивність, т/год.

φ – коефіцієнт заповнення, %

d_1 – максимальний розмір вхідного матеріалу, мм.

d_0 – кінцевий розмір часток, мм.

l – довжина барабану, м.

d діаметр барабану, м

z – відношення довжини барабану до його діаметру

η – коефіцієнт корисної дії

ρ_{b1} – насипна густина, кг/м³

ρ_b – щільність сталі кг/м³

k – коефіцієнт пропорційності,

v – об'єм барабану, м³

ω – критична кутова швидкість барабану, рад/с

n – критична частота обертів, об/хв

n – робоча частота обертів, об/хв

d_b – розмір куль, мм

m_b – маса молоткових тіл, кг

z_1 – кількість куль в барабані

n – потужність електродвигуна, кВт

n – число обертів, об/хв

u – напруження кВт

$m_{кр}$ – крутний момент, що передається муфтою, Н·м

s_b – товщина стінки барабана, м

d_v – внутрішній діаметр барабану, м

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

d_{cr} – середній діаметр барабану, м

m_n – маса оброблюваного матеріалу, що знаходиться в апараті, кг

m – сумарна маса барабану і матеріалу, кг

g_{zag} – сила тяжіння маси завантаження, Н

p – центробіжна сила інерції маси завантаження, що рухається по круговій траєкторії, Н

R_1 – вхідний радіус барабана, м

r – внутрішній радіус барабана, м

q – інтенсивність розподіленого навантаження, що діє на корпус млина в площині рівнодіючої, н/м

r_a, r_b, h – реакції на опорах

m_{max} максимальний момент вигину, що діє на барабан, н/м

w – момент опору перерізу конусу барабану

σ – напруження в корпусі барабану, Па:

e – модуль юнга для сталі Па

ν – коефіцієнт Пуассона

Скорочення

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;

ДП – дипломний проект;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

КПІ ім. Ігоря Сікорського – Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського;

ПЗ – пояснювальна записка;

РР – розрахунки;

ТЕ – технологія машинобудування;

ХПСМ – кафедра хімічного полімерного силікатного машинобудування.

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему:
«Кульовий однокамерний млин з модернізацією
корпусу»

Київ – 2020 року

Зміст

Вступ	
1 Технологічна лінія виготовлення цементу мокрим способом.	
2 Технічна характеристика кульового однокамерного млина.	
3 Опис конструкції і принцип роботи кульового однокамерного млина. .	
4 Патентно – літературний огляд.	
4.1 Результати патентного пошуку з модернізації корпусу кульового однокамерного млина.	
4.2 Обґрунтування обраної модернізації.	
5 Охорона праці.	
5.1 Повітря робочої зони.	
5.2. Електробезпека.	
5.3. Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються	
5.4. Шум	
5.5. Промислове освітлення.	
5.6. Пожежна безпека	
6 Очікуванні механіко-економічні показники.	
ВИСНОВКИ	

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Швачко М.Є.				<i>Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу</i>		Літ.	Арк.
Перевір.	Гур'єва Л.Н.							10
Реценз.							<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>	
Н. Контр.								
Затверд.	Гондляр О.В.							

ВСТУП

У зв'язку зі збільшенням попиту на різноманітне будівництво зростає потреба в будівельних матеріалів, в тому числі й на цемент. На сьогоднішній день виготовлення цементу займає передову роль у світовому виробництві будівельних матеріалів. Лідером з виробництва цементу є Китай 1,8 млрд. тонн, що складає 60% від світового виробництва. Далі за обсягом виробництва йде Індія, США та Бразилія. Цемент використовується, як основний компонент, при будівництві доріг, будівель, заводів, мостів, плит, балок та іншого. По при складності у видобуванні та виготовленні, потреба цементі з кожним роком лише зростає.

У процесі виготовлення цементу приймає участь велика кількість обладнання: печі, дробарки та інші агрегати, серед яких присутній кульовий однокамерний млин.

Враховуючи вищезазначене вочевидь, що для відповідності зростаючим потребам в цементі, його виробники мають модернізувати процеси його виробництва, за рахунок зниження енерговитрат, спрощенні технологічного процесу, вдосконалення умов експлуатації, ремонту та надійності.

Об'єктом дипломної роботи є кульовий однокамерний млин.

Метою даного дипломного проекту являється збільшення енергоефективності, продуктивності та терміну експлуатації кульового однокамерного млина за рахунок модернізації корпусу.

При виконанні даного проекту розглянуто та виконано:

- технологічну лінію виготовлення цементу;
- технічні характеристики кульового однокамерного млина;
- опис конструкції кульового однокамерного млина, її основних частин і принципу дії;
- визначення недоліків та переваг кульового однокамерного млина;
- літературний та патентний пошук направлений на досягнення поставленої мети;
- визначення раціональних технічних рішень з модернізації базової машини

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- параметричні, кінематичні розрахунки та розрахунки на міцність які підтверджують працездатність модернізованої конструкції;
- охорона праці й навколишнього середовища;
- визначення очікуваних механіко-економічних показників проведеної роботи.

При виконання дипломної роботи використанні знання отримані при вивченні наступних дисциплін:

- процеси і апарати хімічного виробництва;
- матеріалознавство;
- інженерна графіка та нарисна геометрія.
- технологічні основи машинобудування;
- інженерні розрахунки;
- монтаж, ремонт та експлуатація механізмів;
- деталі машин;

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
						1
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦЕМЕНТУ МОКРИМ СПОСОБОМ

Цемент – мінеральна порошкоподібна речовина, яка при змішуванні з водою твердне, утворюючи бетон. Процес виготовлення цементу можна розділити на 2 основні стадії. Першим етапом є отримання клінкера (основа будь якого цементу) – специфічного проміжного продукту, що являє собою гранули механічно змішаних і нагрітих до температури приблизно 1500 °С вапна та глини. На другому етапі відбувається подрібнення клінкера разом з гіпсом, тобто виготовлення портландцементу. Перший етап більш складний та енерговитратний [1].

Слід враховувати, що вихідна сировина не буває завжди однакова за своїми фізико-механічними (міцність, вологість і т.д.) та геометричними властивостями, Тому, в залежності від властивостей вихідної сировини обирають один з трьох існуючих способів виробництва цементу, що забезпечує тонкий помел та рівномірне перемішування компонентів шихти з мінімальними енергетичними затратами – мокрий, сухий чи комбінований [1].

Мокрий спосіб полягає в тому, що цемент виробляють з крейди (карбонатний компонент), глини (силікатний компонент) і залізовмісних добавок (шлам, пирітні огарки). Вологість глини не має перевищувати 20%, а вологість крейди 29%. Даний метод отримав свою назву в наслідок того, що подрібнення сировинної суміші виконують у водному осередку, а на виході отримуємо шихту у вигляді мокрої суспензії – шлам вологістю 30-50%. Далі шлам поступає в піч для випалу. При випалюванні із сировини виділяється вуглекислоти. Після цього отриманий клінкер перемелюють в кульовому однокамерному млині на дрібний порошок – цемент.

Сухий спосіб відрізняється від мокрого тим, що сировина в процесі або перед помелом висушується, і шихта виходить у вигляді тонко здрібненого сухого порошку.

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Комбінований спосіб залучає в себе використання елементів сухого і мокрого способу, та має два різновиди. 1 спосіб - полягає в тому, що сировину готують за мокрим способом, потім її зневоднюють на фільтрах до 16-18% вологи і відправляють в піч для обпалу у вигляді напівсухої маси. 2^{гий} варіант: використовують сухий метод для сировини, а потім додають 10-14% води, гранулюють (розмір гранул складає 10-15 мм) і піддають обпалу [1].

При мокрому способі виробництва сировинні матеріали подрібнюють і сировинну суміш змішують з водою. Отримана сметаноподібна маса - сировинний шлам - містить 32 ... 45% води.

Залежно від фізичних властивостей вихідних матеріалів та інших факторів при отриманні цементу по мокрому способу застосовують різні схеми виробництва, що відрізняються одна від одної способом приготування сировинної суміші.

На цементних заводах, що працюють по мокрому способу, як сировинних матеріалів для виробництва цементного клінкеру часто використовують м'який глинистий і твердий вапняковий компоненти. В цьому випадку технологічна схема виробництва цементу (рис. 1.1), в якій наведено основні технологічні переділи без вказівки дозувальних і транспортних пристроїв та іншого допоміжного обладнання.

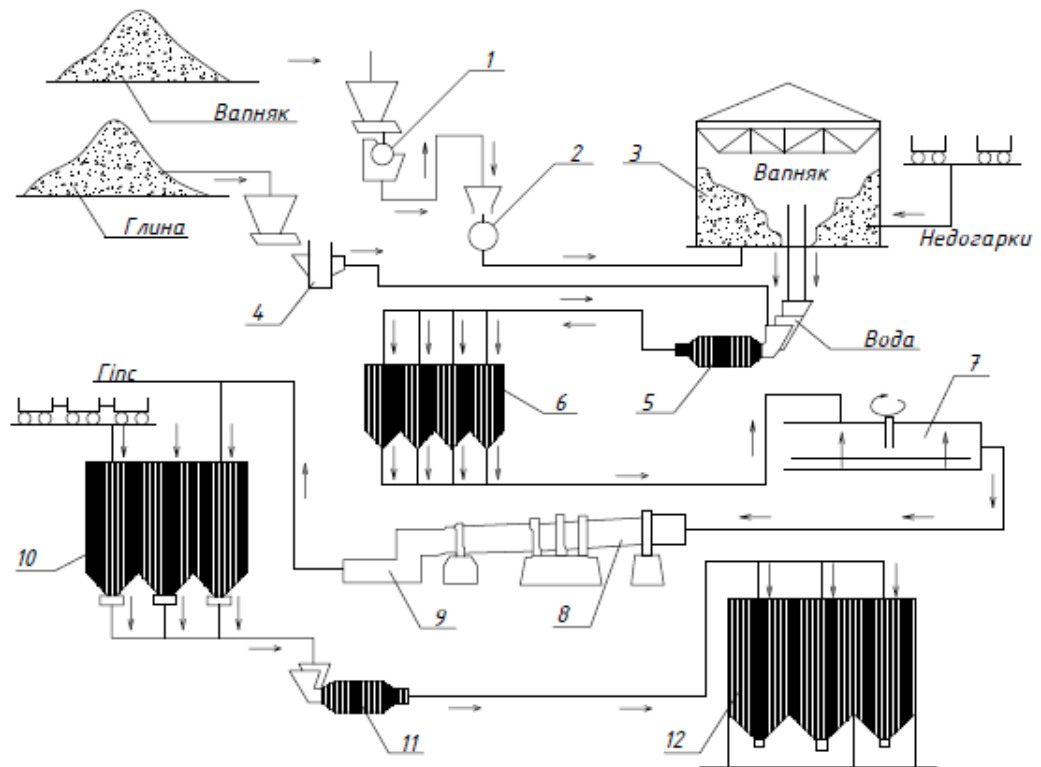
Початкова технологічна операція отримання клінкеру – подрібнення сировинних матеріалів. При використанні в якості вапняного компонент крейди його роздрібнюють в бовтанку або в млині самоздрібнювання. Якщо застосовують твердий вапняк, то його подрібнюють на одну-дві стадії в щоківі дробарки – 1. Глиняний шлам, отриманий в бовтанку або інших агрегатах, направляють в сировинний млин, куди подається для подрібнення і вапняк. У млини – 4,5 вапняк і глиняний шлам подають в певному співвідношенні, відповідному необхідному хімічному складом клінкеру. Щоб отримати сировинної шлам заданого хімічного складу, його коригують у басейнах або потоці.

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Виходить з млинів шлам у вигляді сметаноподібної маси, насосами його подають в видатковий бачок в пічний цех на випал. З баку шлам рівномірно зливається в обертову піч – 8. При мокрому способі виробництва для випалу клінкеру використовують довгі обертові печі з вбудованими теплообмінними пристроями.

З печі речовина надходить в холодильник – 9, де охолоджується холодним повітрям. Охолоджений клінкер відправляють на склад – 10. У деяких випадках клінкер з холодильників направляють безпосередньо на помел в кульові млини – 11. Перед помелом клінкер подрібнюють. Помел клінкеру проводиться спільно з гіпсом та іншими добавками. З млину цемент транспортують на склад силосного типу (цементні силоси) – 12. Відвантажують цемент споживачеві або в тарі (паперових мішках по 50 кг), або навалом в цементовозах або в спеціальних залізничних вагонах.

					ЛП61-1.153116.00-90	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



1 – подача вапняку з кар'єру; 2 – дробарка для вапняку; 3 – подача глини з кар'єру; 4 – подача води; 5 – басейн для розмішування глини; 6 – сировинний млин; 7 – шлам – басейн; 8 – оберտальна піч; 9 – холодильник; 10 – подача вугільного пилу в басейн; 11 – елеватор для подачі вугілля з дробарки в бункер; 12 – сушильний барабан для вугілля; 13 – млин для вугілля; 14 – склад вугілля; 15 – склад гіпсу; 16 – елеватор для подачі гіпсу з дробарки в бункер; 17 – склад клінкеру; 18 – кульовий млин; 19 – силоси для цементу; 20 – упаковка цементу.

Рисунок 1.1 – Технологія виробництва цементу за мокрим способом

Висновки:

- в залежності від властивостей вихідного матеріалу існують три способи виробництва цементу – сухий, мокрий і комбінований;
- розглянуто технологічну схему отримання цементу за мокрим способом в якій задіяний однокамерний кульовий млин.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика кульового однокамерного млина

Параметри	Значення
Внутрішній діаметр барабану(по середній лінії виступів броні) мм	2205
Внутрішня довжина барабану, мм	3300
Розрахункова вага завантажених куль,т;	14
Номінальна швидкість обертання барабану, об/хв;	21
Продуктивність, т/год;	3,067
Передаточне число передачі шестерні	8,54
Загальне передатне число	33,739
Габаритні розміри, мм:	
довжина	7200
ширина	3400
висота	3815

3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИП РОБОТИ КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА

Кульові млини – призначені для помелу сировини, в якій в якості подрібнюваного середовища використовуються розмельні тіла кульової форми, тобто помольні шари. Такий прилад призначений для подрібнення твердих матеріалів. Застосовується в основному в гірничорудній промисловості, для створення порошку для використання в фарбах, піротехнічних засобах, і в кераміці. Барабанні млини використовуються при виготовленні цементів, гіпсу, вапна, керамічних виробів і т. д. Для подрібнення матеріалу до частинок розміром менш десятих часток міліметра. Процес помелу відрізняється великою енергоємністю і вартістю. У кульових млинах матеріал подрібнюється всередині порожнього барабана. При обертанні тіла, що мелють (кулі) і подрібнюваний матеріал (званий «завантаженням») спочатку рухаються по круговій траєкторії разом з барабаном, а потім падають по параболі (рис. 3.1). Частина завантаження, розташована ближче до осі обертання, скочується вниз по підстильним верствам. Матеріал подрібнюється в процесі стирання при відносному переміщенні тіл, що мелють і частинок матеріалу, а також внаслідок удару.

Режими роботи у кульових млинах розрізняють два види: стирання і ударний. Ударний режим використовують для дроблення матеріалів з отриманням чималих часток, а при стиранні отримується порошок з дрібними фракціями. При такому режимі швидкість обертання не дуже велика, завдяки чому кулі не відриваються від стінок барабану, а переміщуються по поверхні [4].

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

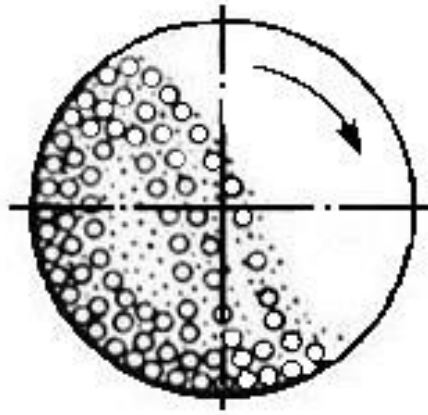


Рисунок 3.1 – Напрямок руху матеріалу при обертанні кульового млина.

Кульовий млин являє з себе пустотілий барабан, закритий завантажувальною і розвантажувальною торцевими кришками, заповнений тілами, що мелють, що обертається навколо своєї осі. Барабан кульового млина (рис.3.2.) Являє собою сталевий порожній циліндр, викладений всередині броньованими футерованими плитами, що оберігають його від ударного і тертьового впливів куль і подрібнювального матеріалу. Форма футерування барабана млина робить помітний вплив на її роботу. Футерування барабанів кульових млинів, що працюють на великому вихідному матеріалі, мають ребра. Для млинів, що працюють на дрібному матеріалі, застосовуються футерування з дрібними ребрами або зовсім гладкі. Висота, взаємне розташування і форма ребер визначають силу зчеплення дробленого середовища з барабаном і результати роботи млина. Тому важливо, щоб при зношуванні футерування характер її поверхні різко не змінювався.



Рисунок 3.2 – Барабан кульового млина

Залежно від форми барабана розрізняють млини циліндричні і циліндрично-конічні. Перші в свою чергу класифікуються на три типи: короткі, довгі і трубні:

- Короткі кульові млини це млини у яких довжина барабана менше або дорівнює його діаметру;
- довгі - у яких довжина барабана більше одного, але менше трьох його діаметрів;
- трубні - у яких довжина барабана більше трьох його діаметрів.

Потрібно відзначити, що продуктивність кульових млинів залежить від величини діаметра барабана і співвідношення між діаметром і довжиною барабана. У коротких кульових млинах помел виходить більш грубим і для досягнення необхідної тонкості помелу доводиться повертати велику кількість матеріалу з класифікатора в млин, що призводить до її перевантаження. У довгих кульових млинах помел відбувається тільки в його передній частині; при цьому присутність куль в іншій частині барабана лише збільшує споживання потужності.

– за конструкцією приводу – з центральним і периферійним приводом [3].

Подрібнення матеріалу відбувається всередині барабану завдяки руху куль, а саме завдяки ударам та стиранню вільно падаючими розмельними тілами. Під час обертання барабана розмельні кулі підіймаються його стінками втримуючись на них завдяки силам тертя та відцентрової сили доти, доки сила тяжіння та реакції опори не перевищать вищезазначені сили. Після чого тіла падають, розбиваючи матеріал та стирають його [4]. Розмір зерен після помелу може змінюватись. Продуктивність теж варіюється, в залежності від форми розмельних тіл, ступеня наповненості ними барабану та швидкості обертання..

Режими роботи у кульових млинів розрізняють два види: стирання і ударний. Ударний режим використовують для дроблення матеріалів з отриманням великих часток, а при стиранні отримується порошок з дрібним зерном. При такому режимі швидкість обертання не дуже велика, завдяки чому кулі не відриваються від стінок барабану, а переміщуються по поверхні.

При помелі матеріалу в однокамерному кульовому млину відбувається наступне: спочатку матеріал подається в завантажувальну воронку; потім проходить живильник, шнек і потрапляє в камеру барабану заповненого подрібнюваними кулями. При оберті барабану, розмельні тіла під дією відцентрової сили притискаються до його стінок, піднімаються, і досягнувши певної висоти – падають і ударом при падінні подрібнюють матеріал чи скочуються стираючи його. Розвантаження розмеленого матеріалу відбувається крізь порожнисті цапфи барабану [6].

Млин складається із сталюї зварної обичайки, в середині якої знаходяться сталі або чугуні броньовані плити, жорстко закріплені з корпусом. Броньовані плити розташовані порогами в напрямку обертання, причому між ними залишаються щілини для проходження мілкого матеріалу. Завдяки такому розташуванню плит при обертанні барабана кулі досягають оптимальної висоти підйому та при падінні ефективно подрібнюють матеріал. Обичайка закріплюється з двома конічними днищами.

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Торцеві днища футеруються з внутрішньої сторони броньовими сталевими плитами. Консольна частина днища одночасно є підставкою – порожньою цапфою, в яку вставлена конічна втулка. На торцеві поверхні цапфи закріплений перехідний фланець, який служить для кріплення завантажувального пристрою та складається з ковша, равлика та кришки. Важливим конструктивним елементом кульового млина є конічне днище.

Між днищем та футеровкою обичайки закріплюється торцева градка.

Подрібнений матеріал, що проходить через градку, радіальними ребрами (ліфтерами) піднімається, а потім потрапляє на корпус градки. Крепільний фланець закріплюється в центрі секції торцевої градки з допомогою затяжних болтів. Внутрішня поверхня консольної частини днища забезпечена втулкою, через яку готовий продукт видаляється з млина. Консольні частини днищ кульового млина являються опорою, ставляться в підшипники кочення.

Вінцеве зубчасте колесо, що використовується для передачі крутного моменту на млин, встановлюється на днище та закріплюється болтами разом з фланцем обичайки та фланцем днища. Вінцеве зубчасте колесо закрито кожухом.

Кульовий млин приводиться в рух від електродвигуна через редуктор з допомогою муфти. Привідна шестерня відкритої зубчастої передачі, яка зв'язана муфтою з редуктором, встановлюється на двох підшипникових опорах та закрита кожухом.

Продуктивність та питома витрата енергії при подрібненні в кульовому млині визначають продуктивними вимогами експлуатації та конструктивними характеристиками млина.

Переваги кульового млина полягають у [7]:

- універсальність(можливість розмелювати різні матеріали);
- незмінна задана тонкість помелу при певній продуктивності млина;
- надійність і безпечна робота;
- простота обслуговування;
- простота конструкції та експлуатації.

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До недоліків кульового млина відносяться [7]:

- велика питома витрата електроенергії на подрібнення;
- невелика швидкість руху молоткових тіл;
- робочий об'єм барабану використовується на 35-40%;
- висока вартість виготовлення та експлуатації в цілому;
- низька технологічність кінцевого футерувального елемента та необхідність його заміни в разі пошкодження навіть невеликої його ділянки.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПАТЕНТНО – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

4.1 Результати патентного пошуку з модернізації завантажувального пристрою кульового однокамерного млина

З метою позбавлення кульового однокамерного млина вказаних в розділі 3 недоліків, а саме: висока вартість виготовлення та експлуатації в цілому, та підвищення його експлуатаційних характеристик проведений літературно патентний пошук.

Пошук проводився на наступних відкритих пошукових ресурсах:

- <http://www1.fips.ru>
- <http://base.ukrpatent.org/>
- <http://www.freepatent.ru/>

В результаті проведеного пошуку, було докладно розглянуто 10 патентів (Додаток А).

Розглянувши приведені в Додатку А патенти, було обрано такі, що містять найбільш раціональні технічні рішення [8-12].

Так в [8] запропоновано кульовий млин, в якому пропонований винахід направлено на підвищення ефективності процесу подрібнення матеріалу за рахунок інтенсифікації впливу тіл, що розмолюють на подрібнювальний матеріал, встановленими в млині еліпсоїдними елементами і виділення необхідного розміру часток по мірі їх утворення. Це досягається тим, що в барабанної млині, що включає завантажувальний пристрій і розвантажувальний пристрій з ґратками, нерухомо з'єднані з циліндричним корпусом, футерованих зсередини зносостійкими порожніми і відкритими по торцях елементами, розташованими по гвинтовій лінії рядами з утворенням в кожному ряду гвинтового каналу, що сполучається з розвантажувальним пристроєм і одним елементом кожного ряду, які мають отвори на зовнішній стороні, згідно пропонованого рішення в корпусі, нерухомо по відношенню до нього, у завантажувального і розвантажувального пристроїв на діаметрально

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протилежних сторонах паралельно один одному встановлені перфоровані, нахилені до поздовжньої осі корпусу еліпсоїдні сегменти. Еліпсисні сегменти обмежені їх торцями, що проходять через великі осі еліпсичних контурів сегментів і футерувальними елементами, закриті з протилежних один одному сторін паралельними їм і повторюють їх форму кришками.

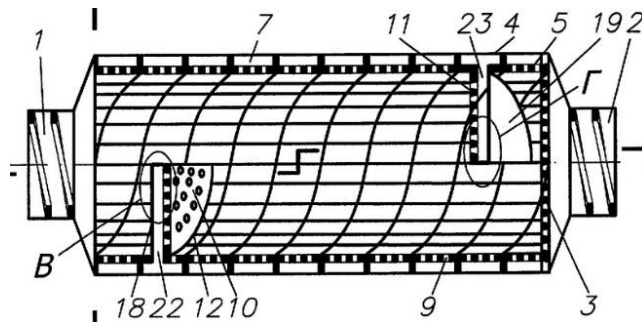


Рисунок 4.1 – Повздовжній переріз млина

Таким чином, конструкція барабанного млина дозволяє інтенсифікувати вплив тіл, що мелють на подрібнюється матеріал і виділяти з матеріалу, що подрібнюється фракції необхідних розмірів по мірі їх утворення. Це дозволить підвищити ефективність процесу подрібнення матеріалу в млині.

В [9] представлена конструкція барабану кульового млина, модернізація яка відноситься до обладнання, призначеного для виконання ремонтних робіт і відновлення цапф і барабанів млинів, які зазнали механічного та корозійного зносу при переробці великих обсягів гірських порід, що характеризуються значним ступенем абразивності і хімічної активності в водонасиченому середовищі. Заявлений пристрій призначений для відновлення фланців цапф і барабанів млинів безпосередньо на промайданчику підприємства. Це доцільно в тому випадку, коли доставка обладнання на ремонтне підприємство пов'язана з певними труднощами технічного або матеріального характеру. Завданням винаходу є удосконалення конструкції пристрою для відновлення барабанної млини за рахунок розміщення його на відновлюваній частини барабанного млина, будь то її цапфи або барабан. Це дозволяє забезпечити можливість ремонту і відновлення елементів барабанного млина безпосередньо

на промайданчику підприємства там, де виконується технологічний процес подрібнення гірської маси. Пристрій є універсальним і дозволяє виконувати різні види обробки металу при відновлення зношених конструктивних елементів млина до початкового стану.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що пристрій для відновлення барабанної млини включає опорну платформу для розміщення обладнання, яке забезпечує обробку металу на зношених циліндричних і кругових поверхнях фланців розвантажувальної і завантажувальної цапф, а також барабана млина.

В [10] запропоновано кульовий барабанний млин (рис. 4.2, 4.3), що працює наступним чином. Установлений на підшипникових опорах 1 корпус 2 приводиться в обертання від приводу через зубчасту передачу 3. Разом з корпусом 2 обертаються торцеві кришки 4 через які передається крутильний момент на цапфи 5 і 6. На торцеві кришки 4 впливає зазначений крутильний момент, вага завантаженого матеріалом і кулями корпуса 2 і реакції опор 1, при цьому ступінь цього впливу зменшується з видаленням від з'єднання торцевих кришок 4 з цапфами 5,6. У результаті цього більшої деформації піддається центральна частина 8 торцевих кришок 4, а віддалені від цапф 5,6 кріпильні елементи 10, що з'єднують частини 7 і 8, 8 і 9 торцевих кришок 4, піддаються меншим навантаженням.

Основною ознакою даної корисної моделі є зниження навантаження на кріпильних елементах, які з'єднують частини торцевих кришок, що веде до підвищення довговічності млина.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

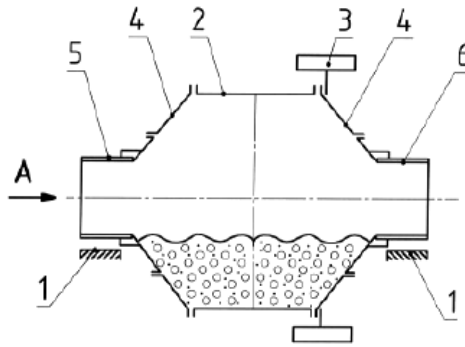


Рисунок 4.2 – Схематично показаний кульовий барабанний млин в поздовжньому перерізі

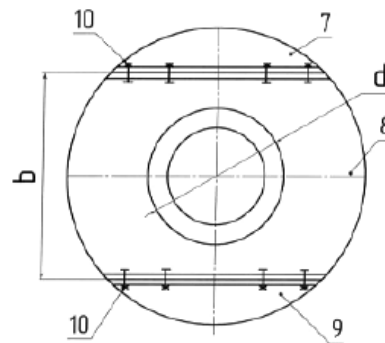


Рисунок 4.3 – Вид А на рис. 4.2

В [11] запропоновано таке технічне рішення: футерування барабанного млина, що містить плити з еластичного матеріалу, що встановлені на внутрішній поверхні барабана і мають поздовжні заглиблення, в яких встановлені ліфтери у вигляді брусів з еластичного матеріалу, яка відрізняється тим, що ліфтери виконані з матеріалу, твердість якого перевищує твердість плит футерування в 1,5 рази. За рахунок цього відбувається наступне: при обертанні барабану – 3 плити футерування – 1 сприймають навантаження від потоку металевих куль і шматків матеріалу. При цьому потік натикаючись на екран 2 буде генерувати потужні акустичні хвилі, що збуджують стохастичні автоколивання. При цьому акустична хвиля і поєднання вихрів викликають турбулентний рух потоку. При реалізації даного футерування досягається підвищення продуктивності, підвищення строку служби барабанного млина та зменшується витрати енергії.

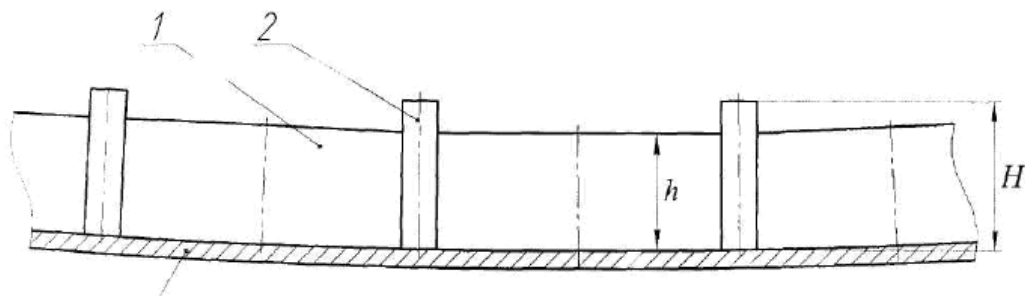


Рисунок 4.4 – Плита футерування барабану

В [12] було запропоновано удосконалити футерування барабанного млина, шляхом зміни особливостей конструктивного рішення елементів конструкції, підвищити надійність і жорсткість кріплень плит із пружного матеріалу до поверхні барабану і за рахунок цього підвищити термін служби футерування барабанного млина.

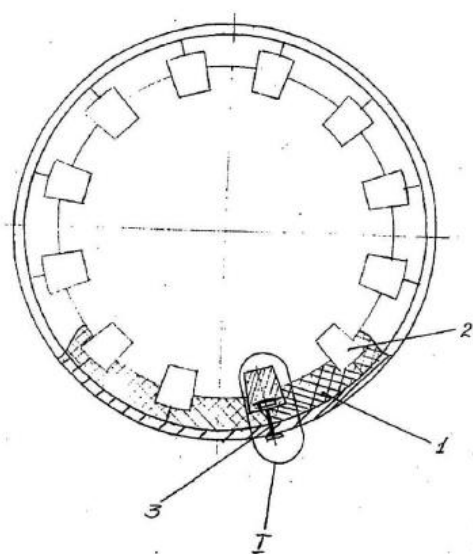


Рисунок 4.5 – Вид барабанного млина з футеруванням

В [13] було запропоновано модернізацію футерування за рахунок того, що у футеруванні барабанного млина, що включає встановлені поверхні й на торцевих стінках барабана плити з еластичного матеріалу, які мають повздовжні поглиблення для установки ліфтери з еластичного матеріалу у вигляді брусів з арматурою, прікріплених до барабана й торцевих стінок кріпильними елементами.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП61-1.153116.01-90ПЗ

Арк.

17

Футерування барабанного млина складається із плит 1, виготовлених з еластичного матеріалу, змонтованих на внутрішню поверхню корпуса 2 млина, ліфтерів 3, виготовлених з еластичного матеріалу, що мають скіс 4 з боку підйому руди. Кут скосу може бути обраний у межах 20° - 60° . Ліфтери 3 монтуються до корпуса 2 млина за допомогою болтів 5 з Т-подібною головкою, які вставляються в паз В пластин 6 арматури і мають можливість вільно переміщатися та фіксуватися уздовж даного пазу, що дозволяє застосовувати два типорозміри на всі млини, зміщаючи кожний новий ряд ліфтерів від промивання пульпи, що підвищує працездатність і довговічність футеровки. Вільне переміщення болтів у пазах сприяє, при монтажі еластично футеровки на барабанний млин, посувати ліфтери 3 і плити 1 щільно впритул один до одного, що зменшує ймовірність утворення вимоїн на корпусі млина

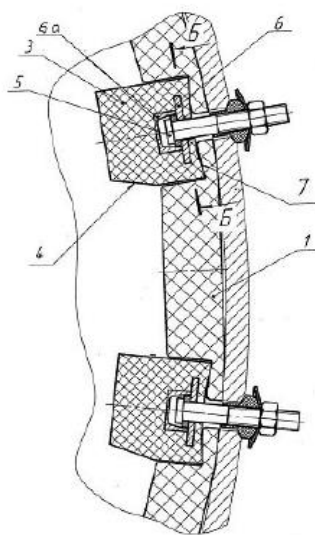


Рисунок 4.6 – Кріпленні плит і ліфтерів

4.2 Обґрунтування обраної модернізації

Найближчою за технічною сутністю до пропонованого технічного рішення є футерування барабанного млина, футерування якого містить "Т"-подібні ліфтери, які установлені між футерувальними плитами з пружного матеріалу і забезпечують достатній підйом, як дрібних, так і великих фракцій подрібнюваного матеріалу [РФ № 2165295, В02С 17/22, опубл. 25.08.2015].

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як і в аналозі, що розглянуто, недоліком цього футерування є плити з пружного матеріалу приводить до їхнього прискореного зносу, а вплив перекидаючого моменту на ліфтери через малу площу їхньої опорної поверхні веде до ослаблення болтового кріплення ліфтерів.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці містить у собі питання безпеки праці, попередження травматизму і професійних захворювань; пожеж і вибухів на виробництві; питання правової охорони праці.

Згідно закону про охорону праці України на нові машини, механізми, обладнання необхідно розробити нешкідливі і безпечні умови їх експлуатації обслуговуючим персоналом, необхідно оформити сертифікат на безпечну експлуатацію, згідно з встановленими зразками [14].

Тема дипломного проектування: кульовий однокамерний млин з модернізацією завантажувального пристрою. Установку параметрів технологічного процесу і контроль здійснює оператор. Пульти оператора знаходяться в виробничому приміщенні на відстані 3м від млина, площа цеху $S = 400\text{м}^2$, об'єм $V=2500\text{м}^3$. Створення здорових і безпечних умов праці на підприємстві обумовлюють необхідність раннього виявлення шкідливих і небезпечних факторів, для того щоб на стадії проектування намітити заходи, які слід проводити для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу.

Автоматизована лінія призначена для подрібнення матеріалу.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні машини являються:

- повітря робочої зони;
- ураження електричним струмом;
- рухомі та обертаючі частини обладнання;
- виробничий шум;
- промислове освітлення;
- пожежна безпека.

Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів:

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1. Повітря робочої зони

Робота оператора по обслуговуванню лінії відноситься до категорії легких фізичних робіт. Енерговитрати людини в цеху досягають 150 ккал/г (172 Дж/с) по ДСН 3.3.6.042-99[14].

Так як в процесі роботи вузли лінії піддаються інтенсивному охолодженню водою, то робочі поверхні нагріваються не вище 45°C. Фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1.

Період року	Категорія роботи – легка		
	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактична	Фактична	Фактична
Холодний/ перехідний	20 ÷ 23	60 ÷ 50	0,2
Теплий	22 ÷ 25	60 ÷ 40	0,2

Фактичні параметри умов забезпечуються наступними заходами і відповідають нормам :

в холодну пору року підігрів приміщення батареями з теплоносіями води, яка нагріта до температури 50÷60°C;

– в теплу пору року – вентиляцією через верхні отвори.

Під час роботи млина відбувається виділення токсичних речовин - парів, пилу з відкритих ємностей шляхом виходу пилу через нещільність технологічного обладнання. Для видалення шкідливих компонентів (для цементу ГДК–6 мг/м³) встановлена місцева вентиляція, в цеху встановлена

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

також загально обмінна вентиляція. Тому фактична концентрація цементу 2 – 3 мг/м³.

Ефективна робота зонта можлива лише в тому випадку, якщо об'єм підтікаючої течії повітря менше об'єму відсмоктуючого повітря, при двократному повітрообміні.

Розміри вхідного отвору зонта більше розмірів джерела. Для надійності роботи зонта необхідно, щоб вертикальний шлях між кромкою зонта і верхньою кромкою накритого осередку виділення шкідливих речовин був мінімальним.

5.2. Електробезпека

Виробниче приміщення, у якому встановлений пункт керування млином, відповідно до діючих правил (ПУЕ) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом. Для живлення установки використовується трифазна напруга 220/380 В, з частотою 50 Гц і ізолюваною нейтраллю.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути наступні:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- дотик людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання.

Небезпека враження для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів ця небезпека збільшується.

Як величину тривалої враження струмом при нормальних умовах застосовують силу струму $I=0,01$ А. З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів обережності:

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- рубильники включення установки знаходяться в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку влучення людини під напругу;
- на панелі управління передбачити спеціальні лампи включення установки;
- вузли установки, що можуть виявитися під напругою, постачати затисками для підключення заземлення.

Біля датчиків заземлення нанести незмивний фарбою знаки «Земля» за ГОСТ 12.1.030-81. Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитовій напрузі 200 В з частотою 50 Гц у пліні 1 хвилини.

Оскільки установка живиться напругою 220 В і існує можливість попадання обслуговуючого персоналу під напругу, тому необхідно заземлити установку.

Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81.

5.3. Безпека впливу частин, що рухаються і обертаються

Обертаючими механізмами в лінії являються муфти, барабан, шестерні, вали, деталі привода. Ці механізми є небезпечними, так як можливе нанесення механічних травм людині.

Відповідно до існуючих вимог усі приводи, передачі, рухомі деталі, робочі органи обладнання захисними огороженнями, які надійно захищають людину від виходу (вильоту) з небезпечної зони стружки металу. Виготовляють огороження зі спеціального листового металу, металевої сітки, пластмаси. Вони поділяються на стаціонарні і переносні.

За своїм конструктивним оформленням стаціонарне огороження виконується як невід'ємна частина устаткування чи обладнання. Воно може бути відкидним і знімним. Відкидні огороження використовуються для укриття робочих вузлів, передавальних систем та інших механізмів,

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що вимагають частого втручання людини до цих механізмів. Вони приєднуються до нерухомих частин машин (корпусів) за допомогою петель, навісів і відносно легко відкриваються. Знімні огороження використовуються для укриття приводних і передавальних механізмів, що не вимагають налагодження, огляду під час усього міжремонтного періоду роботи устаткування. Вони приєднуються до машин болтами, гвинтами і т.п.

Переносні (тимчасові) огороження використовуються під час ремонтних і налагоджувальних робіт для захисту людини від випадкових дотиків до рухомих механізмів, до струмопровідних частин. Згідно до державних стандартів огороження ззовні повинні бути пофарбовані в жовтий колір. На зовнішньому боці огороження, як правило, наноситься або прикріплюється певний попереджувальний знак (знак безпеки).

Для аварійної зупинки лінії передбаченні аварійні кнопки відключення. На електродвигунах встановленні аварійні вимикачі.

5.4. Шум

Джерелом шуму при роботі лінії є:

- електродвигун;
- редуктор;
- вентилятори і система охолодження;
- ротори.

Максимальний рівень шуму у джерелах, що коливається в часі та переривається, не перевищує 105 дБА. Це означає прийняття наступних обмежень захисту від виробничого шуму:

Відповідно до нормативних актів захист працівників від шуму може здійснюватись як колективними засобами, так і індивідуальними. Колективні засоби спрямовані на зниження шуму в джерелах його виникнення та на шляху поширення.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи по зниженню шуму: вони поділяються на: - архітектурно-планувальні, які ґрунтуються на впровадженні акустичних розробок при плануванні будівель, раціональному розміщенні обладнання і робочих місць, а також зон і режимів руху транспортних засобів і вантажопотоків; - організаційно-технічні – це застосування сучасного технологічного устаткування з низькими рівнями шуму, впровадження дистанційного керування машинами з підвищеними рівнями шуму і дистанційного контролю, заміна ударної взаємодії деталей машин без ударними, дотримання режимів праці й відпочинку тощо; - акустичні: звукоізоляції (ізоляція джерела шуму або приміщення від шуму, котрий проникає ззовні). Звукоізоляція досягається створенням герметичної перешкоди на шляху поширення повітряного шуму у вигляді стін, кабін, кожухів, екранів, глушників, акустичної обробки приміщень з використанням звукопоглинальних пористих матеріалів. Фактичний рівень шуму має становити не більше 65дБа, з ДСн 3.3.6.042-98

5.5. Промислове освітлення

Важливу роль у справі створення безпечних умов праці відіграє освітлення. Розрізняють природне, штучне і сполучене освітлення. Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що останнє підвищує захисні функції організму, стимулює і нормалізує роботу різних його систем.

У денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розділу підрозділу "а", тобто загальне спостереження за технологічним процесом. Для приміщення виробничого цеху рекомендована освітленість $E_n = 200$ лк. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників L до висоти їх підвісу над

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочою поверхнею Н_р складе для світильників типу ДРИ. Для штучного освітлення цеху обираємо стандартну лампу - ДРИ-400, світловий потік якої дорівнює 19000лм. Кількість ламп N=25шт. Е_ф =250лк ДБНВ 2.5.2.8.2006

5.6. Пожежна безпека

У виробництві може горіти: електроізоляція, дерев'яні матеріали, горючі речовини. Категорія пожежної небезпеки цеху - В (згідно ОНТП 24-86), клас зони пожежонебезпеки П-Па, ступінь вогнестійкості II (згідно СНИП 2.01.02-85). Основними причинами виникнення пожеж при виробництві є:

- несправність електроустаткування (коротке замикання, великі перехідні опори, перевантаження);
- розряд атмосферної і статичної електрики;
- самозаймання промасленого устаткування.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

До технічних заходів відносять дотримання протипожежної безпеки, правил і норм при проектуванні будинку, при установці електроустаткування, опалення, освітлення і вентиляції та сповіщувачі.

Експлуатаційні заходи – це своєчасний огляд і ремонт технологічного устаткування та наявність засобів гасіння.

Для гасіння пожежі застосовуються вуглекисневі вогнегасники.. Категорично забороняється тримати голою рукою розтруб під час гасіння пожежі, а також зберігати вогнегасники біля джерела тепла.

Будівля обладнана запасними двома виходами (на відстані l =30 м, l дверей= 0,8м та l коридору = 1,2м) згідно СНИП 2.09.02-85.

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОЧІКУВАННІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Пропонована корисна модель належить до подрібнювального обладнання, зокрема до барабанних млинів (кульових, трубних, самоподрібнювальних), і може бути використана в хімічній, гірничорудній промисловості, а також промисловості будівельних матеріалів.[17]

В основу корисної моделі поставлена задача створити футерівку кульового барабанного млина з підвищеною довговічністю шляхом підвищення стійкості ліфтерів і за рахунок технічного результату, що полягає в збільшенні площі опорної поверхні ліфтерів.

Поставлена задача вирішується тим, що у футерівці кульового барабанного млина, що містить набір однотипних футерувальних плит і ліфтерів, які закріплені на внутрішній поверхні циліндричної частини барабана за допомогою болтових з'єднань, відповідно до корисної моделі, футерувальні плити виконані у вигляді виливків з "П"-подібним поперечним перерізом і встановлені рядами, що контактують із суміжними рядами бічними стінками, які утворюють згадані ліфтери. За рахунок виконання футерувальних плит у вигляді виливків з "П"-подібним поперечним перерізом, які встановлені рядами, що контактують із суміжними рядами бічними стінками і утворюють ліфтери, опорною поверхнею яких є зовнішня поверхня бічних стінок і основи футерувальних плит, збільшується площа опорної поверхні ліфтерів, а, отже, і їхня стійкість

Корисна модель пояснюється кресленням (рис. 6.1), на якому зображена футерування кульового барабанного млина. Футерування кульового барабанного млина містить набір однотипних футерувальних плит 1 з ліфтерами 2, які закріплені на внутрішній поверхні циліндричної частини барабана 3 за допомогою болтових з'єднань 4. Відмінністю корисної моделі є те, що футерувальні плити 1 виконані у вигляді виливків з "П"-подібним поперечним перерізом і встановлені рядами, що контактують із суміжними рядами бічними стінками 2, які утворюють згадані ліфтери.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Футерування кульового барабанного млина працює наступним чином: у барабан 3 млина, внутрішня поверхня якого покрита футерувальними плитами 1 з ліфтерами 2, завантажують підлягаючий розмелу матеріал 5 і мелючі тіла 6 (кулі). Барабан 3 приводиться в обертання, при якому клінкера рахунок відцентрових сил і впливу ліфтерів 2 піднімається на визначену висоту, а після скачується і падає вниз на матеріал, який знаходиться в нижній частині барабана. Значна висота ліфтерів 2 сприяє утриманню матеріалу від ковзання по футерувальних плитах 1, однак самі ліфтери 2 піддаються ударним навантаженням і впливу перекидаючого моменту. Силу вплив на ліфтери 2 передається на основу футерувальних плит 1 і бічні стінки 2 наступних футерувальних елементів, що перешкоджають зсуву і перекиданню ліфтерів 2. Як видно з опису конструкції і роботи футерівки кульового барабанного млина за рахунок відмітних ознак корисної моделі збільшується площа опорної поверхні ліфтерів, що підвищує стійкість ліфтерів, а, отже, дозволяє підвищити довговічність барабанного млина[18].

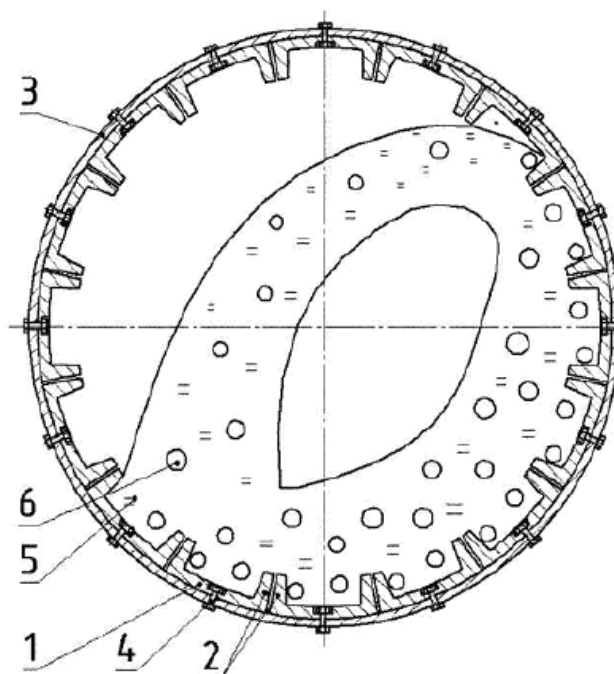


Рисунок 6.1 – Модернізація футерування

ВИСНОВКИ

За результатами дипломного проекту на тему «Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу» можна зробити такі висновки.

1 Розглянуто призначення і застосування кульового млина, визначено місце млина в технологічній лінії виготовлення цементу, обрана й обґрунтована її конструкція, наведена технічна характеристика.

2 Проведено патентний пошук, за результатами якого обрані патенти, які дають змогу розробити конструкцію корпусу.

3 Розроблено технічні рішення зі вдосконалення кульового млина, що дозволяє підвищити довговічність барабанного млина та виконано конструкторське опрацювання запропонованої модернізації.

4 На підставі обраного патенту було подано тези на наукову конференцію.

					<i>ЛП61-1.153116.01-90ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки
до дипломного проекту
на тему:
«Кульовий однокамерний млин з модернізацією
корпусу»

Київ – 2020 року

Зміст

1	Параметричні розрахунки кульового однокамерного млина.
1.1	Вихідні дані
1.2	Розрахунки
	Висновки
2	Кінематичні розрахунки кульового однокамерного млина.
2.1	Вибір електродвигуна
2.2	Вибір підшипників.
2.3.	Вибір муфти
3	Висновки
	Розрахунок кульового однокамерного млина на міцність.
3.1	Вихідні дані.
3.2	Розрахунки.
4	Висновки
	Числовий аналіз напружено-деформованого стану модернізованої кульового однокамерного млина.
4.1	Відомості про матеріал.
4.2	Результати розрахунків напружено-деформованого стану
	Висновки
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

					ЛП61-1.153116.02-90PP						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<div>Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу</div>						
Розроб.	Швачко М.Є..										
Перевір.	Гур'єва Л.Н.										
Реценз.											
Н. Контр.											
Затверд.	Гондлях О.В.				<div>КПІ ім. Ігоря Сікорського</div>						
					Літ.		Арк.		Акрушів		
							2				

1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА

Мета: розрахувати повну та кінцеву потужність кульового однокамерного млина

1.1 Вихідні дані:

Довжина камери $L_0 = 1,5$ м;

діаметр барабану $D = 2.1$ м;

робоча довжина камери, м $L = 1,5$;

вологість матеріалу, $y = 10$. %

об'ємна густина, $\rho = 2100$

коефіцієнт заповнення млина кулями, $\varphi = 0,34$

1.2 Розрахунки

Значення коефіцієнта тонини помолу K залежно від залишку y на ситі №008 $K = 1,01$

Зовнішній діаметр барабану, м:

$$D = 1,05D_0 = 1,05 \times 2,1 = 2,205 \quad (1.1)$$

Довжина камери, м:

$$L = 1,09L_0 = 1,09 \times 1,5 = 1,63 \quad (1.2)$$

Діаметр цапфи, м:

$$D_v = 0,25D_0 = 0,25 \times 2.1 = 0,525 \quad (1.3)$$

Частота обертання барабану n , об/хв:

$$n = \frac{2(5\varphi + 2)}{15\sqrt{D_0}} = \frac{7.4}{21.7} = 0.34 \frac{\text{об}}{\text{с}} = 21 \frac{\text{об}}{\text{хв}} \quad (1.4)$$

					ЛП61-1.153116.02-90PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\varphi = 0,34$ – коефіцієнт заповнення млина кулями для співвідношення діаметра цапфи та діаметру барабану $D_u / D_0 = 0,25$

Критичне число обертів барабана, об/хв:

$$n_{don} = \frac{32}{\sqrt{D_0}} = \frac{32}{\sqrt{2,1}} = 22,1 \quad (1.5)$$

Об'єм камери, м³:

$$V = \frac{\pi D_0^2 L_0}{4} = \frac{\pi 2,1^2 \cdot 1,5}{4} = 5,2 \quad (1.6)$$

Маса мелючих тіл, т:

$$m_b = \varphi \cdot \rho_1 \cdot \mu \cdot V = 0,34 \cdot 0,55 \cdot 7,8 \cdot 5,2 = 7,6 \quad (1.7)$$

де $\mu = 0,5 \dots 0,6$ – коефіцієнт порожнистості завантаження, приймаємо

$\mu = 0,55$; ρ_1 – об'ємна маса молючих тіл, $\rho_1 = 7,8$ т/м³.

Корисна питома продуктивність млина на 1КВт корисної потужності

$q = 0,03 \dots 0,06$, приймаємо $q = 0,06$

Значення коефіцієнта тонини помолу K залежно від залишку у на ситі №008 $K = 1,01$

Маса подрібнюваного матеріалу, т

$$m_a = 0,14 \quad m_b = 7,6 \cdot 0,14 = 1,064 \quad (1.8)$$

Продуктивність млина т/год:

$$A = 6,45 V \sqrt{D_0} \left(\frac{m_b + m_a}{V} \right)^{0,8} q k =$$

$$= 6,45 \cdot 5,2 \sqrt{2,1} \left(\frac{7,6 + 1,064}{52} \right)^{0,8} 0,06 \cdot 1,01 = 3,067 \quad (1.9)$$

					ЛП61-1.153116.02-90PP	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Потужність двигуна,кВт:

$$N = \frac{0.45 \pi g D_0 m_b n}{\eta_k} = \frac{0.45 \cdot 3.14 \cdot 9.8 \cdot 2.1 \cdot 7.6 \cdot 0.34}{0.785} = 100 \quad (1.10)$$

де $\eta_k = 0,657$ – ККД привода;

$$\eta_k = \eta_{k1} \eta_{k2}^2 \eta_{k3} \eta_{k4} \eta_{k5}^4 \eta_{k6} = 0,91 \cdot 0,985^2 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,99^4 \cdot 0,996 = 0,7858$$

де $\eta_{k1} = 0,91$ -ККД електродвигуна;

$\eta_{k2} = 0,985$ -ККД підшипників ковзання;

$\eta_{k3} = 0,98$ -ККД пасової передачі;

$\eta_{k4} = 0,95$ -ККД зубчастої передачі;

$\eta_{k5} = 0,99$ -ККД підшипників кочення;

$\eta_{k6} = 0,996$ -ККД пружної втулково-пальцевої муфти

Виходячи із значення розрахункової потужності вибираємо електродвигун П127–8К потужністю $N=100$ кВт та числом обертів $n=700$ об/хв..

Висновки:

На підставі виконаних параметричних розрахунків кульового однокамерного млина, визначено, що потужність машини, становить 100 кВт.

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА

Мета: обрати двигун та муфту для кульового однокамерного млина

2.1 Вибір електродвигуна

По потрібній потужності $N=100$ кВт вибираємо двигун синхронний серії П127-8К.

Характеристика двигуна:

Потужність двигуна $N=100$ кВт

Число обертів $n=700$ об/хв.

Напругення $U = 4$ кВт;

Частота $\nu = 50$ Гц.

2.2 Вибір підшипників

Вибираємо підшипники ковзання з бортом на внутрішньому кільці з закріплюючою втулкою 1337930.

Діаметр отвору – 930 мм,

Зовнішній діаметр – 1220 мм,

Ширина – 1200 мм.

2.3 Вибір муфти

Основною (паспортною) характеристикою будь-якої муфти є крутний момент, на передачу якого він розрахований. По цьому моменту розраховують проектуємі або підбирають стандартні муфти.

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Крутний момент, що передається муфтою:

$$M_{кр} = 9550 \cdot N/n = 9550 \cdot 100/700 = 1364,3 Н \cdot м \quad (2.1)$$

Оскільки муфта з'єднує вал шківів з електродвигуном і виходячи з крутного моменту, що передається муфтою $M_{кр} = 1364,3 Н \cdot м$ – вибираємо муфту пружну втулично - пальцеву ГОСТ 21424-75 з допустимим крутним моментом

$$M_{дон} = 3200 Н \cdot м. [3].$$

Висновки:

За результатами розрахунків було обрано двигун синхронний серії П127-8К та муфту за ГОСТ 19107-97.

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА НА МІЦНІСТЬ

Мета: визначення зусиль, виникаючих при роботі млинів та обумовлених ними навантажень на барабан.

Барабан млина розглядаємо як балку кільцевого перерізу, навантажену згинаючим та крутним моментом. Згинальні моменти навантаження на корпус млина обумовлені статичними та інерційними силами [4].

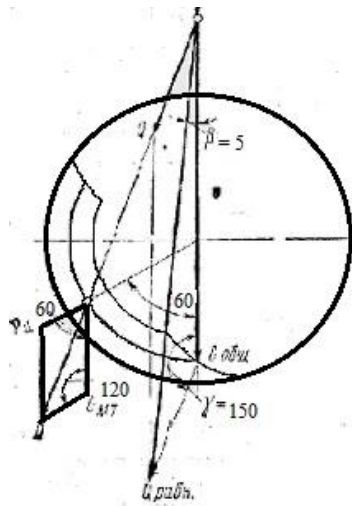


Рис.3.1 – Схема сил, що діють на корпус млина

3.1 Вихідні дані:

Середній діаметр барабану $D_{cp} = 2,15$ м;

внутрішній діаметр барабану $D_0 = 2,15$ м;

зовнішній діаметр барабану $D = 2,205$ м ;

робоча довжина камери $L_0 = 1,5$ м;

густина матеріалу $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$;

прискорення вільного падіння $g = 9,8 \text{ м/с}^2$;

відстань між центрами опор $l = 2,1$ м.

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунки:

Статичне навантаження в Н створюється силами тяжіння рухомих частин млина G_{Σ} та завантаження $G_{\text{заг}}$, яке контактує в даний момент з корпусом.

$$G_{\Sigma} = G_1 + G_2 + G_3$$
$$G_{\Sigma} = 18781,3 + 19675,6 + 26402,3 = 64859,27 \text{ Н} \quad (3.1)$$

де G_1 – сила тяжіння барабана, Н G_2 – сила тяжіння футерування, Н G_3 – сила тяжіння кожного з двох днищ, Н

$$G_1 = \frac{\pi}{4} (D^2 - D_{cp}^2) \cdot L_0 \cdot \rho \cdot g =$$
$$= \frac{3.14}{4} (2.2^2 - 2.15^2) \cdot 1.5 \cdot 7800 \cdot 9.81 = 18781.3 \quad (3.2)$$

Визначимо силу тяжіння футерування, Н:

$$G_1 = \frac{\pi}{4} (D_{cp}^2 - D^2) \cdot L_0 \cdot \rho \cdot g =$$
$$= \frac{3.14}{4} (2.15^2 - 2.2^2) \cdot 1.5 \cdot 7800 \cdot 9.81 = 19675.6 \quad (3.3)$$

Визначимо силу тяжіння днищ млина:

$$G_3 = 2 \cdot S(S_1 + S_2) \cdot \rho \cdot g \quad (3.4)$$
$$G_3 = 2 \cdot 3.14(0.045 + 0.01) \cdot 7800 \cdot 9.81 = 26402.3 \text{ Н}$$

де S – площа днища, S_1 – товщина футерування днища, S_2 – товщина днища,

ρ – густина матеріалу.

$$S = \frac{\pi(D^2 - D_2^2)}{4} = \frac{3.14(2.1^2 - 0.250^2)}{4} = 3.41 \text{ м}^2$$

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сили тяжіння маси завантаження, K :

$$G_{заг} = (G_k + G_m) \quad (3.5)$$

де G_k – сила тяжіння подрібнюючих тіл, H, G_m – сила тяжіння подрібнюваного матеріалу, $H, G_m = G_k \cdot 0,14$.

K – коефіцієнт, враховуючий яка частина завантаження в даний момент рухається по коловій траєкторії, c^{-1} .

$$K = \frac{t_1}{t_2} \quad (3.6)$$

де t_1 – час, витрачений на рух куль по коловій траєкторії; t – сумарний час однієї циркуляції; $t = t_1 + t_2$. t_2 – час необхідний для руху по параболі;

$$t_1 = \frac{1}{n} \cdot \frac{360^\circ - 4\alpha_0}{360^\circ}$$

При частоті обертання n та $\alpha_0 = 80^\circ$ (с)

$$t_1 = \frac{1}{n} \cdot \frac{360^\circ - 4 \cdot 80^\circ}{360^\circ} \approx \frac{0.330}{n}$$

$$t_2 = \frac{4R_0 \sin \alpha_0 \cos^2 \alpha_0}{2\pi R_0 n \cos \alpha}$$

$$t_2 = \frac{4 \cdot 0.75 \sin \cdot 80^\circ \cos^2 80^\circ}{2 \cdot 3.14 \cdot 0.75 \cdot 22 \cdot \cos 80} \approx \frac{0.270}{n}$$

де R_0 – радіус інерції маси піднімаючих куль = 1,52 м

$$t = \frac{0.330}{n} + \frac{0.270}{n} = \frac{0.570}{n}$$

Звідси:

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{0.330}{0.570} = 0.58$$

Тоді $G_{заг} = 0,58 \cdot (G_k + 0.14 \cdot G_k) = 0.627 \cdot G_k = 167821,2H$

Центробіжна сила інерції маси завантаження, яка рухається по коловій траєкторії

$$P = 0.670 \cdot m_k \cdot \omega^2 \cdot R \quad (3.7)$$

вважаючи, що $\omega_{omt} = \frac{2,38}{\sqrt{R}}$ ми отримали:

$$P = 3.56 \cdot m_k = 3.56 \cdot 785 = 2698,48 H$$

Точка прикладених сил $G_{заг}$ та P визначаються радіусом інерції завантаження

$$R_0 = 0,866 \cdot R, \quad (3.8)$$

$$\text{кут } \varphi = \frac{180^\circ - \alpha}{2} \approx 50^\circ$$

Рівнодіюча сила $G_{заг}$ та P :

$$T = \sqrt{P^2 + G_{заг}^2 - 2PG_{заг}\cos 120^\circ} \quad (3.9)$$

$$T = \sqrt{P^2 + G_{заг}^2 + PG_{заг}}$$

$$T = \sqrt{2698.48^2 + 678212.2^2 + 2698.48 \cdot 1167821.2} = 169786.58$$

					ЛП61-1.153116.02-90PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівнодіюча сила T та $G_{\Sigma} H$:

$$Q = \sqrt{T^2 + G_{\Sigma}^2 - 2TG_{\Sigma}\cos 160^{\circ}} \quad (3.10)$$

$$Q = \sqrt{T^2 + G_{\Sigma}^2 + 0.684TG_{\Sigma}}$$

$$Q = \sqrt{169186.58^2 + 64859.27^2 + 0.6842 \cdot 169186.58 \cdot 64859.27} = 86651.09$$

Інтенсивність розподілу навантаження, діючого на корпус млина в площині рівнодіючої Q Н/м

$$g = \frac{Q}{l} \quad (3.11)$$

де: l – відстань між центрами опор = 2,1 м,

$$g = \frac{86651.09}{2.1} = 41262 \frac{H}{m}$$

Максимальний згинальний момент, Н · м

$$M_z = \frac{gl}{8} = \frac{Ql}{8} \quad (3.12)$$

$$M_z = \frac{86651.09 \cdot 2.1}{8} = 22745.9$$

На ділянці від муфти до першого (зі сторони муфти) підшипника діють повний крутний момент, який підводиться до барабану, Н · м

$$M_{0_{кр}} = \frac{1000N}{\omega} \quad (3.13)$$

$$M_0 = \frac{1000 \cdot 100}{2.13} = 46948.3$$

де N – потужність підводяча до валу млина, кВт, ω – кутова швидкість, рад/с

$$\omega = 2\pi n = 2 \cdot 3.14 \cdot 0.34 = 2.13$$

Найбільш небезпечний переріз буде посередині прольота, де приведений

					ЛП61-1.153116.02-90PP	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

момент Н·м.

$$M_{np} = \sqrt{M_z^2 + M_{0np}^2} \quad (3.14)$$

$$M_{np} = \sqrt{22745.9^2 + 46948.3^2} = 52168.7$$

Напруження у цьому перерізі

$$\sigma = \frac{M_{np}}{KW} \quad (3.15)$$

$$\sigma = \frac{52168.7}{0.8 \cdot 10.31} = 6324.9 \frac{H}{m^2} = 6,32 \frac{kH}{m^2} = 63,24 \text{Па}$$

де $K \approx 0,8$ – коефіцієнт, який враховує послаблення перерізу барабану, вирізами та отворами для болтів. W – момент опору корпусу, m^3

$$W = \frac{R_z^4 - R_b^4}{R_b} = \frac{3^4 - 2,7^4}{2,7} = 10,31 m^3 \quad (3.16)$$

де R_n та R_b – внутрішній та зовнішній діаметр корпусу, m^3

$\sigma < [\sigma] = 147 \cdot 10^6 \text{Па}$ – умова виконується

Умова міцності корпусу млина виконується, тому що діюче навантаження σ становить 63,24Па,

Висновки: було проведено розрахунок на міцність та визначено діюче навантаження на корпус млина, що підтверджує його працездатність.

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЧИСЛОВИЙ АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МОДЕРНІЗОВАНОЇ КУЛЬОВОГО ОДНОКАМЕРНОГО МЛИНА

Мета: визначити запас міцності футерування кульового однокамерного млина за допомогою програмного забезпечення ANSYS.

4.1 Відомості про матеріал :

Для виготовлення використовують сталь 45.

Модуль Юнга для сталі $E = 200 \cdot 10^9 \text{ Па}$.

Коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$

Межа пластичності становить 405 МПа.

На Рис. 4.1 Представлено ескіз футерування. Завдання розрахунку полягає у визначенні напруженого деформованого стану футерування при завантаженні в неї максимально можливої кількості матеріалу[5].

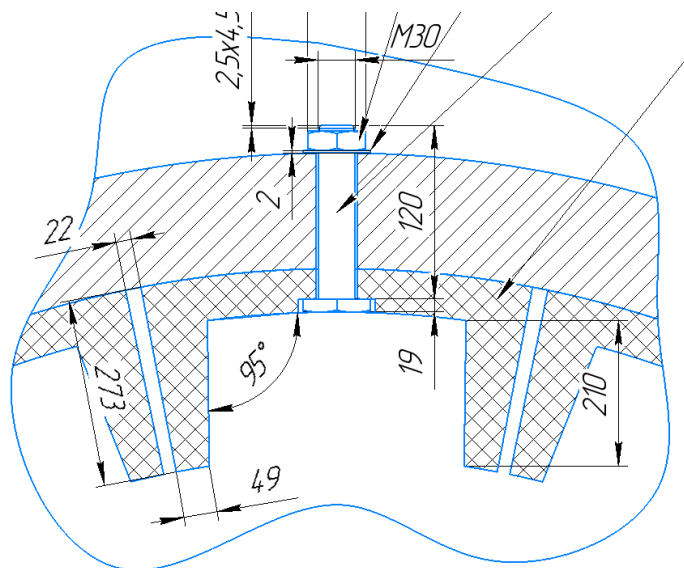


Рисунок 4.1 – Ескіз футерування

На рис. 4.2 приведено спрощену 3-D модель пластини футерування

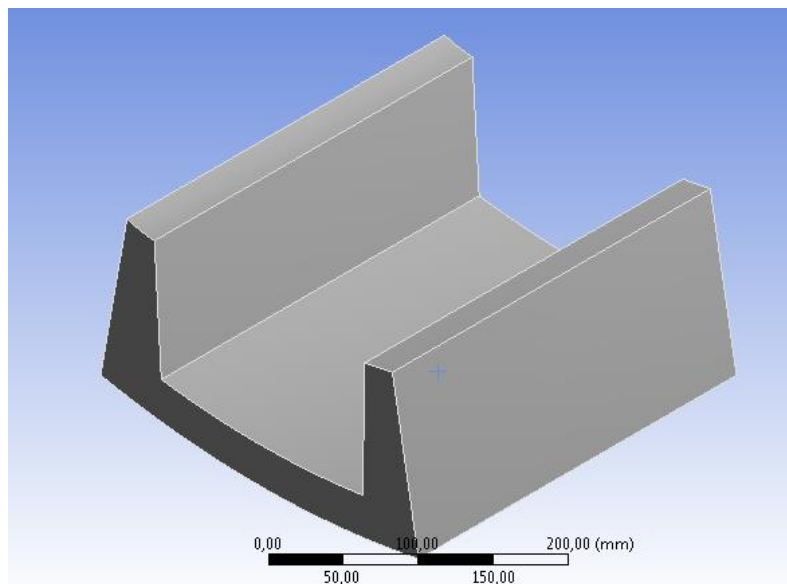


Рисунок 4.2 – 3-D модель пластини футерування

Скінчено елементна модель футерування розроблена в системі ANSYS за Рис 4.2, представлена на Рис 4.3

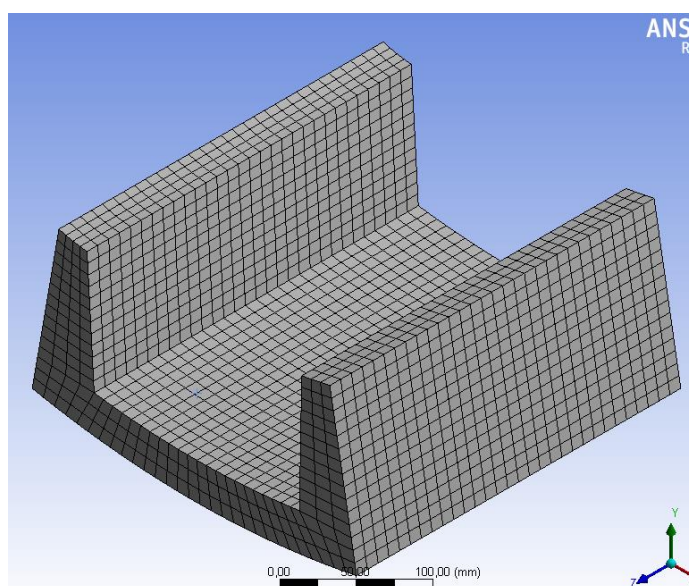


Рис 4.3 – Кінцево-елемента модель футерування

Для розрахунку даної деталі вкажемо прикладені навантаження та закріплення

При розрахунку футерування як навантаження враховується вага завантаженого в неї матеріалу і вага молоткових тіл .

					ЛП61-1.153116.02-90РР	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закріплення виконується для фрагментів по зовнішньому діаметру футерування

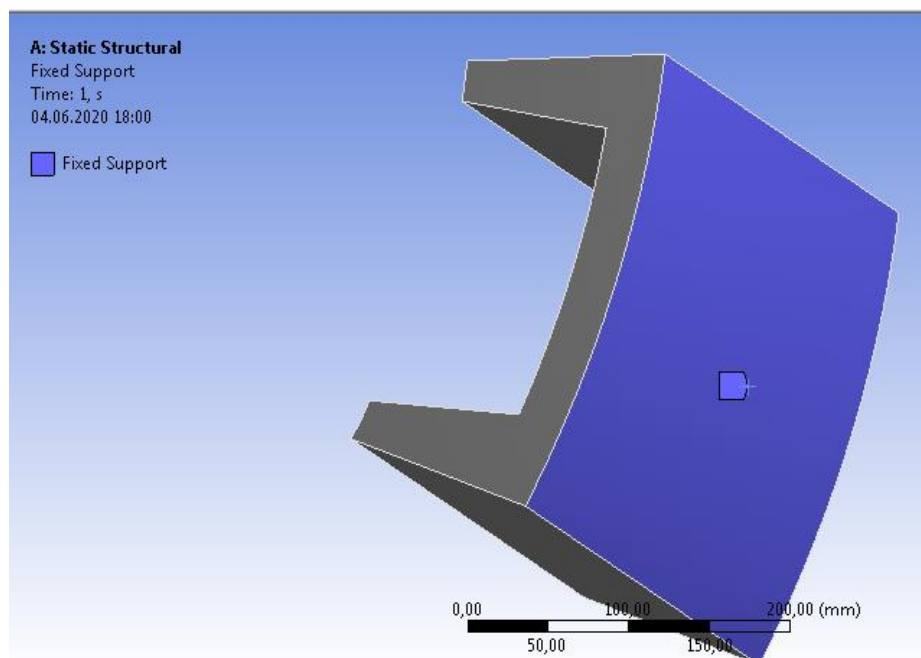


Рисунок 4.4 – Схема закріплення футерування

Вага матеріалу моделюється за допомогою розподіленого по поверхні навантаження.

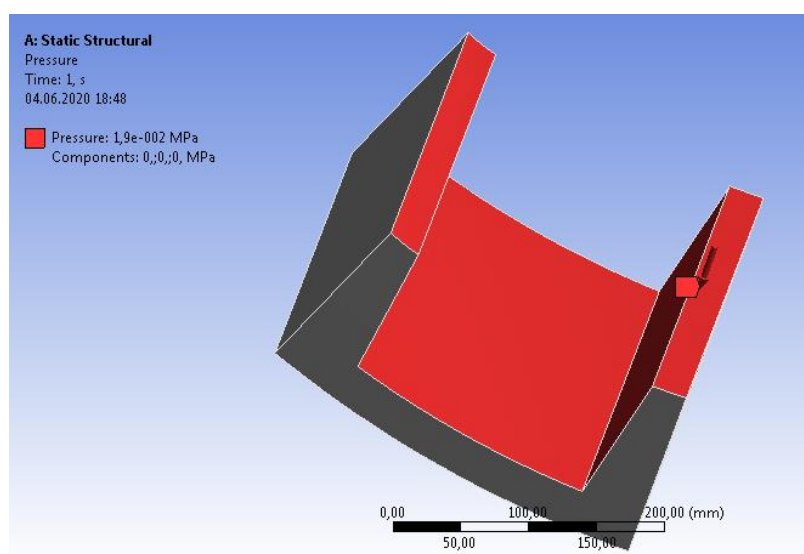


Рис 4.5 – Схема навантаження футерування

4.2 Результати розрахунків напружено-деформованого стану модернізованого футерування

Проаналізуємо результати розрахунку та визначимо місця з максимальними навантаженнями та з максимальними прогинами.

Напружено - деформована схема отримана в результаті розрахунку показані на рис.4.5 - 4.8.

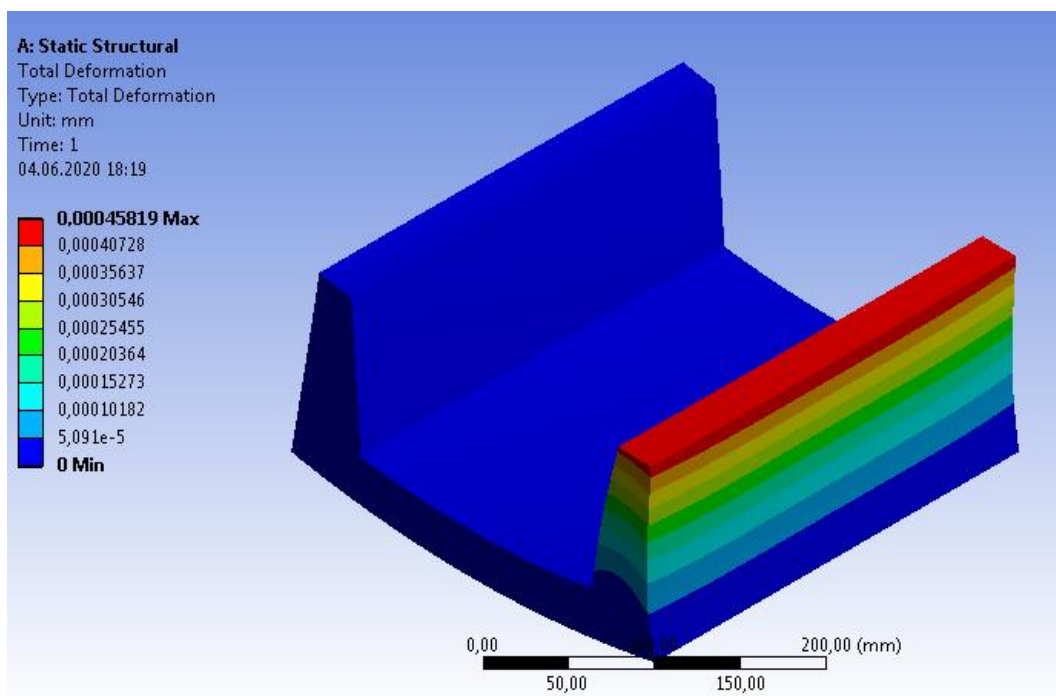


Рисунок 4.5 – Сумарні переміщення

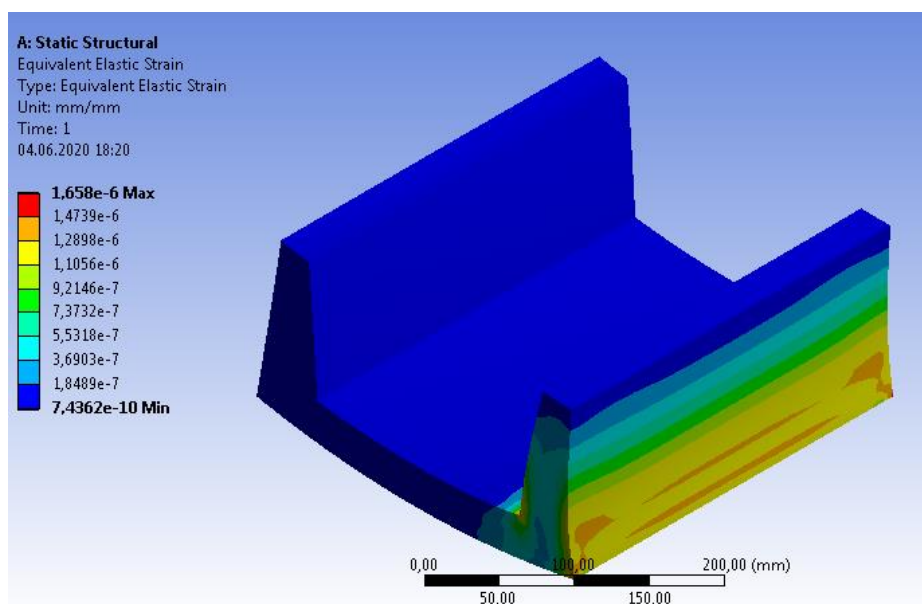


Рисунок 4.6 – Поле еластичних деформацій

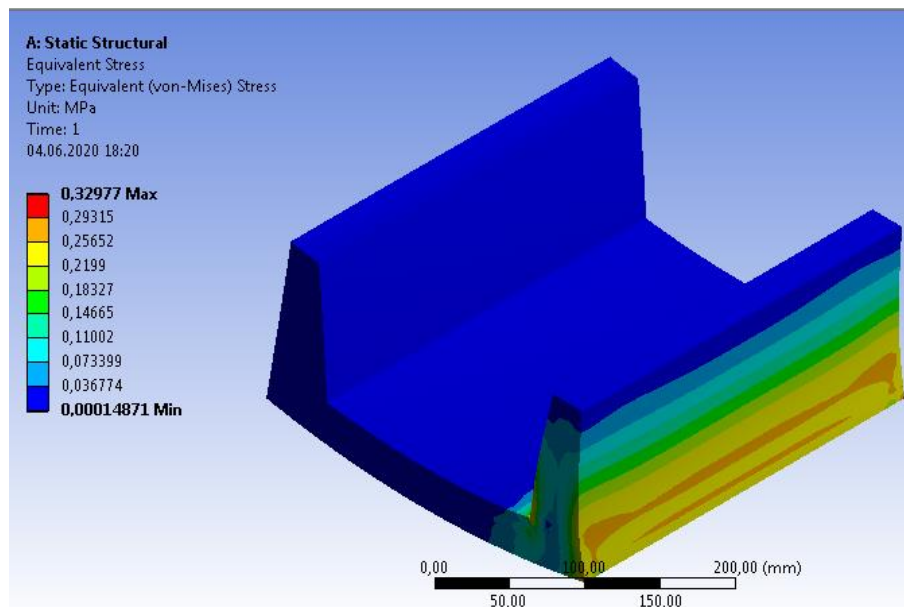


Рисунок 4.7 – Поле еквівалентних напружень

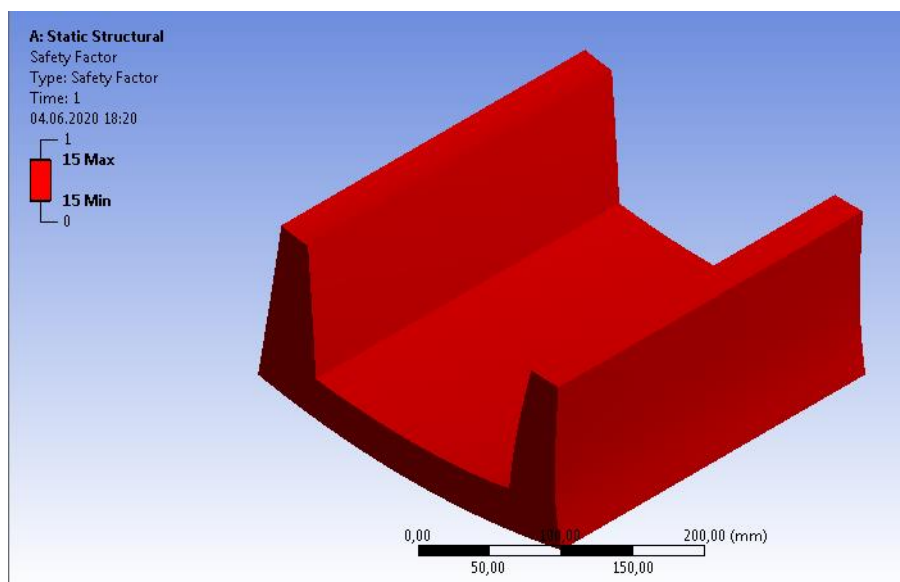


Рисунок 4.8 – Поле запасу міцності

Висновки

Згідно з результатами виконаних розрахунків було визначено що обрана модернізація, а саме нова форма пластини футерування витримує прикладенні навантаження (удари матеріалу та молоткових тіл). Тому модернізація є надійною з точки зору міцності.

ВИСНОВКИ

У даному розділі було проведено розрахунки:

- параметричні,
- кінематичні,
- на міцність.

Також був проведений розрахунок за допомогою програми ANSYS, з результатів якого можна спостерігати що прикладенні навантаження призвели до таких змін як:

- максимальне переміщення – 0,00046 мм;
- максимальна еластична деформація – $1,66 \cdot 10^{-6}$ мм/мм;
- максимальні еквівалентні напруження – 0,33 МПа.

					<i>ЛП61-1.153116.02-90PP</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія машинобудування
до дипломного проекту
на тему:
«Кульовий однокамерний млин з модернізацією
корпусу»

Київ – 2020 року

Зміст

	Вступ.
1	Технологія виготовлення напівмуфти.
1.1	Опис та призначення.
1.2	Вибір заготовки для виготовлення напівмуфти.
1.3	Маршрутні карти, карти ескізів, операційні карти.
2	Вибір пристосування для токарної операції.
2.1	Опис та принцип роботи пристосування.
2.2	Розрахунок пристосування.
	Висновки
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

					<i>ЛП61-1.153116.03-90ТЕ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Швачко						2	
Перевір.	Борщик С.О.							
Реценз.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондлях О.В.							

ВСТУП

У розділі технологічного машинобудування розроблено технологічний процес виготовлення напівмуфти та спроектовано технологічне оснащення.

Мета розділу – отримати практичні навички розв’язання задач, які виникають при розробці технологічних процесів виготовлення деталей та проектуванні технологічної оснастки.

Під час виконання розділу розв’язуються наступні задачі: розробка технологічного процесу виготовлення деталі «напівмуфта», що означає вибір методу виготовлення заготовки, призначення послідовності виконання операцій, вибір устаткування і інструменту для кожної операції технологічного процесу.

					<i>ЛП61-1.153116.03-90TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					<div style="text-align: center;"> <i>ЛП61-1.153116.03-90TE</i> </div>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи розмір і матеріал напівмуфти, невисокі вимоги до якості штамповок, можна застосувати штамповку на кривошипно–шатунному гарячо – штампувальному пресі з виштовхувачем.

Для подальшої розробки технологічного процесу важливий правильний вибір площини роз’ємну штампованої форми. Штампована форма повинна мати, за можливістю, один плоский роз’єм. Для заготовки напівмуфти такою єдиною площиною розніму може бути площина, що проходить найбільшу площину деталі.

На ескізі заготовки тонкими лініями зображені контури заготовки.

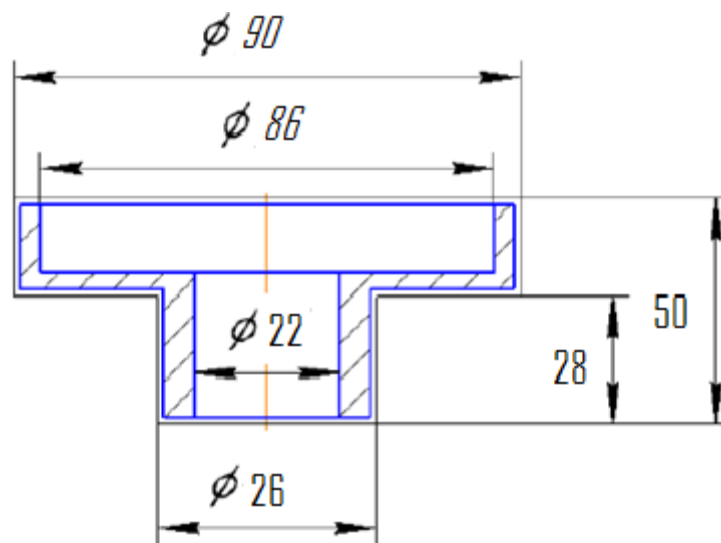


Рисунок 1.2 – Заготовка деталі «Напівмуфта»

1.3 Маршрутні карти, карти ескізів, операційні карти

Технологічний процес виготовлення напівмуфти наводимо в маршрутних картах, картах ескізів та операційних картах.

					ЛП61-1.153116.03-90TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інв. № підп.		Підпись и дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпись и дата											
Маршрутна карта										Літера									
Матеріал						ОД одиниці	Маса деталі	Заготовка				Єдиниця нормирова ння	Норма расхода	Коефф. исп. материала					
Назва, марка				код				Код та вид	Профіль та розміри	Кіл-сть дет.	Маса								
Сталь 40ХНЛ																			
Номер			Наименование и Содержание операции					Обладнання (код, назв, інвентарний номер)		Пристосування та інструмент (код, назва)		Коефф. Штучного времени	Количество рабочих	Количество одновр. Обр.	Код тарифной сетки	Объем производственной партии	Т п.3.		
Цеха	Участка	Операции										Код проф есии	газряд д работ	ица норм иро- Ваш	Код. опера ции		Т шт.		
		005	Токарна					Токарно- гвинторізний		Фреза									
			Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон за ø50, при цьому торець ø50 виступає установочною базою і забезпечує при опорні точки, а зовнішня поверхня ø50 являється прямою базою і забезпечує дві опорні точки					16K20		Різець підрізний									
										Матеріал T15K6									
		010	Токарна					Токарно- гвинторізний		Фреза									
			Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон за оброблений ø120,при цьому торець ø120 виступає опорною базою і забезпечує одну опорну точку, а зовнішня поверхня ø120 являється подвійною прямою базою і забезпечує чотири опорні точки					16K20		Різець підрізний									
										Матеріал T15K6									
											Разраб.	Швачко			Лист				
											Перев.	Борщик			1				
															Листов				
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.			3			

Інв. № підп.		Підпись и дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпись и дата													
				Маршрутна карта																	
								Літера													
Матеріал						ОД	одиниц	Маса деталі	З а г о т о в к а				Єдиница нормирования	Норма расхода	Коефф. исп. материала						
Назва, марка				код					Код та вид	Профиль та розміри	Кіл-сть дет.	Маса									
Сталь 40 ХНЛ																					
Номер			Наименование и Содержание операции				Обладнання (код, назв, інвентарний номер)		Пристосування та інструмент (код, назва)		Коефф. Штучного времени	Количество рабочих	Количество одноврем. Обр.	Код тарифной сетки	Объем производственной партии	Т п.З.					
Цеха	Участка	Операции									Код професии	Разряд работы	а нормир о-	Код. операции и		Т шт.					
		015	Токарна				Токарно-гвинторізний		Фреза												
			Заготовка встановлюється у токарній трикулачковий патрон за оброблений ø50, при цьому торець ø50 виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, а зовнішня поверхня ø50 являється напрямною базою і забезпечує дві опорні точки				16K20		Різець підрізний												
							Матеріал T15K6														
		020	Протяжна				Напівавтомат протяжний горизонтальний														
			Заготовка встановлюється пристосуванні для протягування за ø5, при цьому торець ø50 виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, а зовнішня поверхня ø50 являється напрямною базою і забезпечує дві опорні точки				7A523														
												Разраб.	Швачко			Лист					
												Перев.	Боршик			2					
																Листов					
			Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Н. контр.				3				

Інв. № підп.		Підпись и дата		Взам. інв. №		Інв. № дубл.		Підпись и дата														
Маршрутна карта																						
										Літера												
Матеріал								ОД	опис	Маса деталі	Заготовка				Єдиниця нормирова ния	Норма расхода	Коефф. исп. материала					
Назва, марка						код					Код та вид	Профиль та розміри	Кіл-сть дет.	Маса								
Сталь 40 ХНЛ																						
Номер			Наименование и Содержание операции						Обладнання (код, назв, інвентарний номер)		Пристосування та інструмент (код, назва)		Коефф. Штучного времени	Количество рабочих	Количество одновременно. Обр.	Код тарифной сетки	Объем производственной партии	Т п.3.				
Цеха	Участка	Операции											Код профес сии	Разряд работы	Код а нормир о-	Код. операц ии		Т шт.				
		025	Свердлильна						Вертикально-свердильний верстат		Шпиндель											
			Заготовка встановлюється у кондуктор для свердління, базуючись по торцю ø120, що являється установочною базою і реалізує три опорні точки і отвору ø35Н9, що забезпечує дві опорні точки						2Н125		Шпиндель конус Морзе №4											
												Разраб.	Швачко			Лист						
													Перев.	Борщик			3					
																	Листов					
																	3					
			Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.									

2 ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОПЕРАЦІЇ

Розробимо пристосування для виконання токарної операції точіння поверхні $\varnothing 40h8$. Відповідно до розробленого технологічного процесу, заготовку оброблюємо у трьохкулачковому патроні з пневмоприводом (ЛП61-1.153113.006-90СК)

Трьохкулачковий патрон має три кулачка, які одночасно сходяться до центру або розходяться від нього. Кулачки забезпечують точне центрування та кріплення симетричних заготовок.

Токарний самоцентруючий трьохкулачковий патрон призначений для закріплення оброблюваних заготовок на верстатах токарної групи, установка заготовок у трьохкулачкові патрони відбувається при обробці деталей невеликої довжини, порівняно із діаметром.

Трьохкулачкові самоцентруючі патрони отримали широке розповсюдження у виробничій практиці як найбільш зручні і надійні пристрої для закріплення деталей циліндричної форми.[4],[5]

2.1 Опис та принцип роботи пристосування

Для базування і закріплення деталі на токарних операціях використовуємо трьохкулачковий з пневмоприводом. (ЛП61-1.153113.006-90СК)[6].

Деталь базується і закріплюється кулачками 17, які закріплюються до основних кулачків 14. При осьовому переміщенні клина 11 вліво, він повертає важелі 13, які заставляють переміщатися по направляючих корпуса 12 кулачки в радіальному напрямленні до центру і закріплювати заготовку. При русі клина вправо його конічна частина розжимає кулачки.

Осьове переміщення клина забезпечується пневмоциліндром 2, який кріпиться до задньої частини шпинделя через фланець 3 і обертається разом з ним

Крутний момент також передається через шток 4 на гвинтом шток

					<i>ЛП61-1.153116.03-90TE</i>	Арк. 11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Пружина 7 забезпечує затискання кулачка. Кришка 16 забезпечує не потрапляння чужорідних тіл до механізму. Подача стиснутого повітря відбувається через спеціальну муфту 1, яка обертається.

2.2 Розрахунок пристосування

У процесі обробки заготовки на неї впливає система сил (Рис 2.1). З одного боку на неї діють складові сили різання, з іншого - сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідні затискне і початкове зусилля[7].

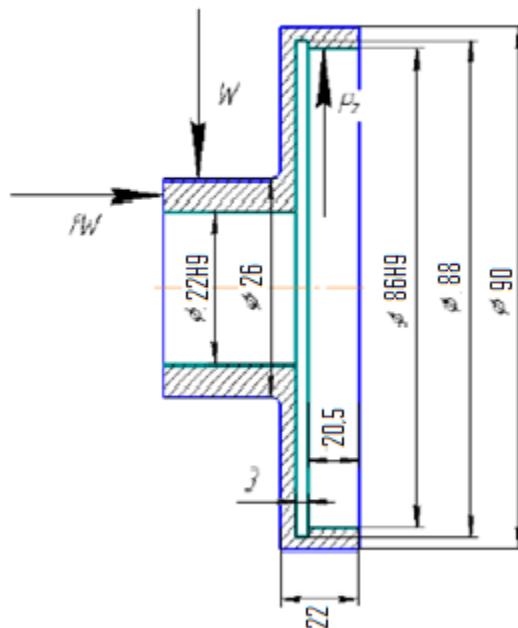


Рисунок.2.1 – Схема сили дії при обробці

Складемо рівняння рівноваги:

$$3F_{\text{тер}}D/2 = K P_z d/2, \quad (2.1)$$

де $F_{\text{тер}} = f Q$ сила тертя на кулачки,

$f = 0,4$ – коефіцієнт тертя між кулачком та заготовкою, $D = 50$ мм – діаметр поверхні, що зажимається,

$d = 110$ мм – діаметр обробки,

$P_z = 47$ Н – тангенціальна складова сили різання одним різцем,

K – коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5, \quad (2.2)$$

де $K_0 = 2,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні $K_4 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ – коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Остаточно, коефіцієнт запасу:

$$K = 2,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,6. \quad (2.3)$$

Таким чином, зусилля на кулачку розраховується за формулою :

$$Q = K \cdot 3 D f = 3,6 \cdot 3 \cdot 50 \cdot 0,4 = 310,2 \text{ Н} \quad (2.4)$$

Необхідне зусилля на штоку:

					ЛП61-1.153116.03-90TE	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W=3Q \cdot 62 \eta = 3 \cdot 310,2 \cdot 62 \cdot 0,9 = 3462 \text{ Н} \quad (2.5)$$

Зусилля, яке розвиває пневмоциліндр при подачі стиснутого повітря в штокову порожнину:

$$W_{\Pi} = P D^2 - d^2 \eta_{\Pi}, \quad (2.6)$$

де $P = 0,40$ МПа – тиск стиснутого повітря;

$D = 0,25$ м – діаметр пневмоциліндра (поршня), $d = 0,04$ м – діаметр штока поршня,

$\eta_{\Pi} = 0,85 \dots 0,9$ – ККД пневмоциліндра.

Остаточно:

$$W_{\Pi} = 0,4 \cdot 10^2 \cdot 0,25 - 0,04 \cdot 0,9 = 5400 \text{ Н}$$

$$W < W_{\Pi},$$

отже обраний механізм забезпечує необхідне зусилля затиску.

					ЛП61-1.153116.03-90ТЕ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення напівмуфти було виконано наступне:

- розглянуто службове призначення напівмуфти і її конструктивні особливості;
- проаналізовано технологічність напівмуфти та її заготовки;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки і розроблено її ескіз;
- розроблено маршрут виготовлення напівмуфти;
- заповнено маршрутні і операційні карти з ескізами.

					<i>ЛП61-1.153116.03-90ТЕ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Борщев В.Я. – Оборудование для измельчения материалов: дробилки и мельницы. Тамбов: издательство ТГТУ, 2004 – 75с.
2. Технические характеристики мельниц. Режим доступа: https://www.uralmash.ru/files/rromotional-materials/Meln_ru.pdf Дата доступа: 26.05.2018
3. Міхальов М.Ф. – Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних виробництв. Приклади та задачі. Л: Машинобудування, 1984 – 300с.
4. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., Єфименко Є.А.. "Дослідження напружено-деформованого стану обертового теплового агрегату". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2018. N 1. С. 65-72. DOI: [10.20535/2306-1626.1.2018.143382](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2018.143382)
5. Технология производства цемента. Режим доступа: http://www.gvozd.ru/technolog_cem.html Дата доступа 5.01.2018
6. Касаткін А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии /А. Касаткін. — Москва.: ГХИ, 1961. — 832с.
7. Бауман В. А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций / В.А. Бауман, Б.В. Клушанцев, В.Д. Мартынов. — Москва «Машиностроение», 1981.
8. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології / І. Мікульонок. с Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. –К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. – 304с.
9. Щербина В.Ю., Дегодя Т. В., Новохатська Ю.М. "Підвищення ресурсу роботи бандажів обертових печей". *Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження.* 2016. N 1. С. 110-116 DOI: [10.20535/2306-1626.1.2016.77978](https://doi.org/10.20535/2306-1626.1.2016.77978)
- 10.Сиденко П.М. Измельчение в химической промышленности / П.М. Сиденко. –2-е издание, перераб. – М., «Химия», 1977. – 368с.
11. Тонкое измельчение в шаровых и стержневых мельниках. Режим

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ		Арк. 6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

доступа: http://samlit.com/izmel/sharovye_sterzhnevye_melnicy-principy_raboty.htm Дата доступа: 16.02.2018

12. Барабанная мельника [Текст]: Патент № 2279923, Россия, МПКВ02С17/06 Авторы:Ханин С.И., Богданов В.С, Ломакин В.В., Старченко Д.Н., Трухачев С.С. – Оpubл. 20.07.2006, бюл.№ 7.
13. Пристрій для відновлення барабанного млину [Текст]: Патент №2403089, Росиия МПК В02С17/18 Авторы:Півень В.О., Бавикін О.Е., Маховський Ю.А, Олійник О.І., Белова М.О. Оpubл. 10.11.2010, бюл.№ 12
- 14.Кульовий барабанний млин [Текст]: Патент№88935, Україна, МПК В02 С17/10/: Шаповалов К.П., Мартиненков С.Л., Петров А.Г., Токарев О.О., Вовненко Е.Н., Токарев Ю.А. – Оpubл. 10.04.2014, Бюл№7.
15. Футерівка барабанного млина [Текст]: Патент № 56541, Україна, МПК В02С 17/00: Татусь В. В., Зозуля Р. П., . – Оpubл.10.01.2011, бюл. №1, 2011р.
16. Футерування барабанного млина [Текст]: Патент №: 20947 Україна, МПК В02С 17/22. Коваленко А.І – Оpubл.02.11.2009 бюл. №7
- 17.Футерівка барабанного млина [Текст]: Патент № 54557 Україна, МПК В02С 17/00. Чижик Є.Є., Грунський Г.М – Оpubл. 10.11.2010 бюл. №23.
- 18.Охрана труда на цементных заводах. Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-72/62.htm> Дата доступа: 16.02.2018
- 19.Щербина В.Ю. "Моделювання процесу сепарації в циклонних вихрових апаратах". *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2019. №1(18). с. 40-51. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171037>.
- 20.Система стандартов безопасности труда. Режим доступа: <http://info.ukrbio.com/ua/gost/12-1-005-88/> Дата доступа: 26.05.2018
- 21.17. Пат. України №72481 U, МПК В02С 17/22(2006.01), опубл. 27.08.2012
- 22.18. Модернізація футерування кульового млина Швачко М.Є., студент, Гур'єва Л.Н., асистент Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк. 17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 23.Швачко Д.Г., Щербина В.Ю. "Методика оперативного розрахунку теплового режиму в фасонному вогнетриві". *Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження*. 2019. №1(18). с. 102-109. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171193>.
24. Справочник технолога-машиностроителя. Т. I и 2 – Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 1986. – 823 с.
25. Чернаевский С.А., Снесарев Г.А., Б.С. Козинцов Б.С. – Проектирование механических передач – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984 - 606с.
26. Соколов В.И. Основы расчета и конструирования машин и аппаратов пищевых производств: Учебник для вузов по специальности «Машины и аппараты пищевых производств». –М.: Машиностроение, 1983. – 447с
27. Горбачев А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. – Минск Высшая школа, 1975–288с.
28. Горошкин А.К. Приспособление для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. –М.: "
- 29.Щербина В.Ю., Швачко Д.Г. Підвищення енергоефективності обертових теплових агрегатів. *ВЧЕНІ ЗАПИСКИ ТАВРІЙСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ В.І. ВЕРНАДСЬКОГО Серія: Технічні науки* 2018. Том 29 (68). Ч.2. № 4, ст. 68-72. URL: http://tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/4_2018/part_2/15.pdf
30. Базров Б.М. - Основы машиностроения: Учебник для вузов. М.: "Машиностроение", 2005. - 736с.

					ЛП61-1.153116.01-90ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

За результатами дипломного проекту на тему «Кульовий однокамерний млин з модернізацією корпусу» можна зробити такі висновки.

1 Розглянуто призначення і застосування кульового млина, визначено місце млина в технологічній лінії виготовлення цементу, обрана й обґрунтована її конструкція, наведена технічна характеристика.

2 Проведено патентний пошук, за результатами якого обрані патенти, які дають змогу розробити конструкцію корпусу.

3 Розроблено технічні рішення зі вдосконалення кульового млина, що дозволяє підвищити довговічність барабанного млина та виконано конструкторське опрацювання запропонованої модернізації.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Кульовий млин	RU №2279923 (2004р) МПКВ02 С17/06 Автори: Ханин С.І., Богданов В.С, Ломакін В.В., Старченко Д.Н., Трухачев С.С.	Винахід призначений для подрібнення матеріалів, що містить завантажувальний і розвантажувальний пристрій решітки, що нероз'ємно з'єднанні з корпусом, футеровані зносостійкі елементи якого виконані порожнистими і розташовані по гвинтовій лінії рядами. Мета винаходу – підвищити ефективність подрібнення
2	Пристрій для відновлення барабанного млину	RU №2403089 (2009р) МПК В02С17/18 Автори: Півень В.О., Бавикін О.Е., Маховський Ю.А, Олійник О.І., Белова М.О.	Даний винахід можна використовувати для відновлення зношених деталей барабанних млинів: цапф і барабанів, що підверглися механічному і корозійному зносу. Конструкція є універсальною, що включає опорну платформу для розміщення обладнання, що забезпечить обробку металу на зношених циліндричних та кругових поверхнях фланців розвантажувального і завантажувального цапфу. Технічний результат – підвищення ефективності при відновленні барабанного млина, забезпечення можливості ремонту і відновлення елементів барабанного млина на підприємстві.
3	Кульовий барабанний млин	UA №88935 (2014р) МПК В02 С17/10/: ШаповаловК.П., Мартиненков С.Л., Петров А.Г., Токарев О.О., Вовненко Е.Н.,	Кульовий барабанний млин, що містить установлений на підшипникових опорах і взаємодіючий через зубчасту передачу з приводом футерований корпус зі складеними торцевими кришками, що з'єднані з розвантажувальною частиною – відрізняється тим, що торцеві кришки виконані з трьох частин, дві з яких крайні – сегментні, а розміщені між ними центральна частина виконана відповідно до формули.

		Токарев Ю.А.	
4	Футерівка барабанного млина	UA № 56541, (2011р) МПКВ02С 17/00: Автори: Татусь В. В. Зозуля Р. П.,	Футерування барабанного млина, що містить плити з еластичного матеріалу, що встановлені на внутрішній поверхні барабана і мають повздовжні заглиблення, в яких встановлені ліфтери у вигляді брусів з еластичного матеріалу, яка відрізняється тим, що ліфтери виконані з матеріалу, твердість якого перевищує твердість плит футерування в 1,5 рази.
5	Футерівка барабанного млина	UA № 20947 (2007р) МПКВ02С 17/22: Автори: Коваленко А.І.	Футерування барабанного млина, що містить плити з пружного матеріалу з заставними елементом, складений із пластини, жорстко зв'язаної з кріпильним профілем, у який входять елементи рознімного з'єднання, яка відрізняється тим, що кріпильний профіль має коробчасту форму і розміщений відкритою стороною у бук пластини
6	Футерівка барабанного млина	UA № 54557 (2009р) МПКВ02С 17/00: Автори: Чижик Є.Є., Грунський Г.М.	Футерування відрізняється тим, що арматура встановлена в ліфтері нижче верхньої площини плити Виконання запропонованої конструкції футерування барабанного млина дозволить підвищити термін експлуатації футерування, надійність роботи млина та його продуктивність. одночасно буде зменшено номенклатуру кріпильних виробів
7	Кульовий млин	RU №148706 2014р МПК В02С17/16 Автор: БельскихЕ.В., ДаниловС.Б, Медвендікова Т.Н.,Пастухов А.П.,СтепановА.В	Кульовий млин відрізняється тим, що вертикальний приводний вал забезпечує примусове розподілення подрібненого матеріалу всередині розмельної камери. Мета винаходу – підвищення продуктивності.
8	Кульовий млин	UA №33487 2008р МПК 02 С17/04	Кульовий млин, що містить корпус з кільцем і співвісно встановленою в корпусі чашею з кульками, яка розміщена на валу, а всередині чаші знаходиться сепаратор з нахиленими

		Автори: Суков Г.С., Кисельов О.Г., Ткачов М.А.	ребрами, закріпленими на зовнішній боковій поверхні дисків, який відрізняється тим, що млин додатково містить нерухому кришку, закріплену співвісно чаші, всередині якої вмонтовано завантажувальний патрубок, до якого в нижній частині прикріплений диск з пазами, а верхній диск сепаратора з сектороподібними отворами прикріплений нерухомо до кришки.
9	Кульовий млин	UA №88935 МПК 02 C17/10 Автори: Шаповалов К.П., Мартиненков С.Л., Петров А.Г., Токарев О.О., Вовненко Е.Н., Токарев Ю.А.	Кульовий барабанний млин, що містить установлений на підшипникових опорах і взаємодіючий через зубчасту передачу з приводом футерований корпус зі складеними торцевими кришками, що з'єднані з завантажувальною і розвантажувальною цапфами, на яких виконані посадкові поверхні для установки торцевих кришок, який відрізняється тим, що торцеві кришки виконані з трьох частин, з яких дві крайні - сегментні, а розміщена між ними центральна частина виконана з умови:
10	Кульовий млин	UA №72481 2012р МПКВ02С 17/22 Автори: Токарев О. О., Мартиненков С.Л., Протиняк І. С., Вовненко Є. М., Петров А. Г.	Футерівка барабанного млина, що містить плити з пружного матеріалу з заставним елементом, складеним із пластини, жорстко зв'язаної з кріпильним профілем, у який входять елементи рознімного з'єднання, яка відрізняється тим, що кріпильний профіль має коробчасту форму і розміщений відкритою стороною у бік пластини.

ДОДАТОК Б

СПЕЦИФІКАЦІЇ

Позиція	Позначення				Найменування	Кількі	Примітка
					<u>Документація</u>		
	ЛП61-1.153115.000-90ТС				Експлікація		
					<u>Складальні одиниці</u>		
1	ЛП61-1.153115.000.01				Подача вапняку з кар'єру	1	
2	ЛП61-1.153115.000.02				Дробарка для вапняку	1	
3	ЛП61-1.153115.000.03				Подача глин з кар'єру	1	
4	ЛП61-1.153115.000.04				Подача води	1	
5	ЛП61-1.153115.000.05				Басейн для розмішування глини	1	
6	ЛП61-1.153115.000.06				Сировинний млин	1	
7	ЛП61-1.153115.000.07				Шлам – басейн	1	
8	ЛП61-1.153115.000.08				Обертальна піч	1	
9	ЛП61-1.153115.000.09				Холодильник	1	
10	ЛП61-1.153115.000.10				Подача вугільного пилу в басейн	1	
11	ЛП61-1.153115.000.11				Елеватор для подачі вугілля з дробарки в бункер	1	
12	ЛП61-1.153115.000.12				Сушильний барабан для вугілля	1	
13	ЛП61-1.153115.000.13				Млин для вугілля	1	
14	ЛП61-1.153115.000.14				Склад вугілля	1	
15	ЛП61-1.153115.000.15				Склад гіпсу	1	
16	ЛП61-1.153115.000.16				Елеватор для подачі гіпсу з дробарки в бункер	1	
17	ЛП61-1.153115.000.17				Склад клінкеру	1	
18	ЛП61-1.153115.000.18				Кульовий млин	1	
19	ЛП61-1.153115.000.19				Силоси для цементу	1	
20	ЛП61-1.153115.000.20				Упаковка цементу	1	
					ЛП61-1.153115.000-90ТС		
Зм.	Ар к	№ докум.	Підпис	Дата			

Разраб.	Швачко М.Є.			Технологічна схема виготовлення цементу за мокрим способом	Літ.	Аркуш	Арк
Перев.	Гур'єва Л.Н.						
					НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ІХФ, гр. ЛП61-1		
Н.контр							
Затв.	Гондлях О.В.						

[illegible]

	O.B.				IXΦ, гр. ЛП61-1
--	------	--	--	--	-----------------

[illegible]

Форма	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
-------	------	---------	------------	--------------	-----------	----------

Н.Конт.				однокамерний млин з модернізацією корпусу	І. Сікорського" ІХФ, гр. ЛП61-1
Затв.	Гондляр О.В.				

[illegible]

Позиція	Позначення				Найменування	Кількість	Примітка		
					<u>Документація</u>				
	ЛП61-1.153113.004-90СК				Складальне креслення				
					<u>Складальні одиниці</u>				
1	ЛП61-1.153113.004.01				Шестерня	1			
2	ЛП61-1.153113.004.02				Корпус	1			
3	ЛП61-1.153113.004.03				Завантажувальна частина	1			
4	ЛП61-1.153113.004.04				Розвантажувальна частина	1			

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кіль- кість	Примітка
				Документація		
A1			ЛП61-1.153113.006-90СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1		Корпус	1	
		2		Кулачок	3	
		3		Губка	3	
		4		Ричаг	1	
		5		Втулка	1	
		6		Кришка	1	
		7		Кришка пневмоприводу	1	
		8		Пневмопривід	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Гвинт М4х14		
				ГОСТ 11738-84	6	
		10		Гвинт М3х12		
				ГОСТ 11738-84	8	
		11		Гвинт М6х33		
				ГОСТ 11738-84	10	
		12		Гвинт М4х20		
				ГОСТ 11738-84	18	
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	ЛП61-1.153113.006-90СК	
Розроб.		Швачко М.Є.			Патрон	
Перев.		Борищук С.О.				
					Лім.	Аркуш
						Аркушів
						1

Курівник	Гур'єва Л.Н.			<i>пневматичний</i>	<i>НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" ІХФ, гр. ЛП61-1</i>
Н.Конт.					
Затв.	Гондляр О.В.				

ДОДАТОК В

Модернізація футерування кульового млина

Швачко М.Є., студент, Гур'єва Л.Н., асистент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», м. Київ

Кульові млини призначені для додаткового подрібнення промислових продуктів, а також для подрібнення тонковкраплених руд, коли переподрібнення негативно впливає на показники збагачення [1].

Запропоновано модернізовану конструкцію корпусу кульового однокамерного млина, що включає в себе набір однотипних футерувальних плит у вигляді виливків з "П"-подібним поперечним перерізом, які встановлені рядами.

Відоме футерування кульового млина, що складається з набору однотипних футерувальних плит -1, які закріплені на внутрішній поверхні циліндричної частини барабана -3 на рейках -4. Хвильова робоча поверхня футерувальних плит утворює ліфтери -2, які захоплюють подрібнюваний матеріал -5 та перемолювальні кулі -6, однак мала висота ліфтерів, забезпечує водоспадний режим роботи лише для дрібних фракцій матеріалу. Наслідком цього є незадовільна продуктивність і недостатня ефективність млина на перших стадіях подрібнення матеріалу через переважання процесу взаємного стирання часток над процесами їх зіткнення.

Метою корисної моделі [2] було створення футерування кульового млина зі збільшеною довговічністю шляхом підвищення стійкості ліфтерів, а також за рахунок збільшення площі опорної поверхні ліфтерів. Вказана задача вирішується тим, що у футеруванні кульового млина, який містить набір однотипних футерувальних плит і ліфтерів, що закріплені за допомогою болтових з'єднань на внутрішній поверхні циліндричної частини барабана, відповідно до корисної моделі [2] (рис. 1), футерувальні плити виконані у вигляді виливків з П-подібним поперечним перерізом і встановлені рядами, що контактують із суміжними рядами бічними стінками, які утворюють згадані ліфтери.

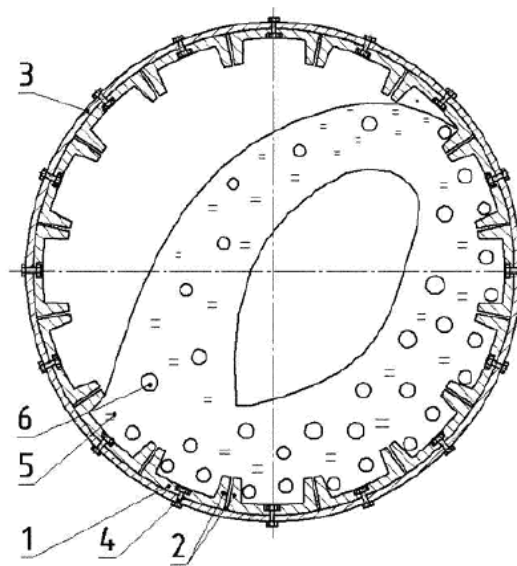


Рис. 1- Модернізована футерівка кульового млина

За рахунок такого конструктивного виконання футерувальних плит за твердженням авторів [2] збільшується площа опорної поверхні ліфтерів, а, отже й їхня стійкість.

Література

1. Дезінтеграція мінеральних ресурсів: монографія / Сокур М. І., Кіяновський М. В., Воробйов О. М., Сокур Л. М., Сокур І. М. — Кременчук: видавництво ПП Щербатих О. В., 2014. — 304 с.
2. Пат. України №72481 U, МПК [B02C 17/22](#)(2006.01), опубл. [27.08.2012](#)